

**EFFECTO DE CINCO FUENTES NITROGENADAS SOBRE  
LA INCIDENCIA DE Phytophthora capsici EN EL CULTIVO  
DEL AJI ( Capsicum annum ).**

405090  
**AUTORES**

**RAFAEL ALBERTO GAMEZ EGUIS**

**LILLIAN TORRES BRODMEIER**



**MEMORIA DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO**

**Director de Memoria de Grado**

**BETTY NOBMANN DE OROZCO I. A. M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**SANTA MARTA**

**1996**

Tes.  
IA: I. A.  
00445e

020204

### AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus más sinceros agradecimientos a las personas y entidades que prestaron su desinteresada colaboración para que este trabajo llegara a su feliz término :

BETTY NOBMANN DE OROZCO I. A. M.Sc., Director Memoria de Grado.

LEDA MENDOZA SOTOMAYOR I. A. , Jurado del presente trabajo.

LUIS CABRALES MARTINEZ I. A. M.Sc., Jurado del presente trabajo.

LUIS RIVERA , Auxiliar del laboratorio de Microbiología de la Universidad del Magdalena.

ANTONIO OROZCO I. A.

JORGE GADBAN I. A.

ELIECER CANCHANO I. A.

ARMANDO LACERA I. Q.

LUIS SCHILLER , Estudiante de Ing. Agronómica.

Al cuerpo docente de la facultad de Ciencias Agropecuarias, Programa Ingeniería Agronómica, por su contribución en la formación profesional y académica.

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**

A todas aquellas personas y entidades que de una u otra manera contribuyeron para la realización de esta investigación.

**LOS AUTORES.**

**DEDICO A :**

**DIOS**, porque siempre lo sentí conmigo mostrándome el camino a seguir.

A mis padres **ARMANDO** y **LILIAN** , porque he contado con ellos en todos los momentos de mi vida, brindándome su apoyo incondicional.

A mis hermanos **ARMANDO ALBERTO, MARIA CONCEPCION** y **JOSE JOAQUIN** quienes al igual que mis padres, de una u otra manera, se han sacrificado por mí

A mi novio y amigo **RAFAEL** por la paciencia y el cariño que ha tenido hacia mí.

A mis tíos **JOSE JOAQUIN** y **GLADYS**.

A mis primos **FRANCIA, FRANKLIN, MONICA, OSIRIS** y **MARIA TERESA**.

A todos mis compañeros y amigos.

**LILLIAN**



**DEDICO A :**

**DIOS**, porque ha sido mi gran sostén para superar los momentos difíciles.

La memoria de mi padre **MANUEL GAMEZ** , a mi madre **SONIA EGUIS** por su abnegación, sacrificios y valiosos consejos para hacer de mí un hombre de bien.

Mi hermano **CLEMENTE** quien ha desempeñado con altura la función de padre que asumió ante mí

A mis hermanos : **AMARILYS, CARLOS, BETTY, NURYS, ROCIO y JOSE .**

A mis queridos sobrinos : **HAROLD, SONIA DAYANA, MARLON, JHAN, CARLOS EDUARDO, ANGEL y ALBA.**

A mi cuñada **ARACELLY .**

A mis amigos : **HECTOR ( Q . E . P . D ), CIRIA , DURBYS, JUAN CARLOS MARY , ROSMY , CLARY , CHUCHY y JAIRO.**

**RAFAEL**

## **TABLA DE CONTENIDO**

	<b>Pág.</b>
RESUMEN	
INTRODUCCION	1
1. ANTECEDENTES	5
1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO	5
1.2 SINTOMATOLOGIA	7
1.3 ETIOLOGIA DE LA ENFERMEDAD	7
1.4 ASPECTOS DEL CICLO DE LA ENFERMEDAD	9
1.5 AISLAMIENTO DEL PATOGENO	9
1.6 SUELO SUPRESIVO	13
1.7 CARACTERISTICAS DE LAS FUENTES NITROGENADAS UTILIZADAS	18
2. MATERIALES Y METODOS	20
2.1 DISTRIBUCION DEL AREA	20
2.1.1 Localización del ensayo	20
2.1.2 Características generales del área	20

	Pág.
2.2 DISTRIBUCION DEL ENSAYO	21
2.3 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO	21
2.4 AISLAMIENTO DEL PATOGENO	23
2.5 SELECCION DE MEDIOS DE CULTIVO Y PURIFICACION DEL HONGO	23
2.6 FORMACION Y GERMINACION DE ESPORANGIOS	24
2.6.1 Formación	24
2.6.2 Germinación	24
2.7 IDENTIFICACION DEL HONGO	25
2.8 PRUEBA DE PATOGENICIDAD	25
2.9 PREPARACION DE SEMILLERO	27
2.10 DESINFESTACION DEL SUELO	27
2.11 PREPARACIÓN DE LAS BOLSAS	27
2.12 FERTILIZACION	27
2.13 MULTIPLICACION DEL PATOGENO Y CONCENTRACION DEL INOCULO	28
2.14 INOCULACION DEL PATOGENO	29
2.15 TRASPLANTE	29
2.16 REAISLAMIENTO DEL PATOGENO	29
2.17 PARAMETROS EVALUADOS	30
3. RESULTADOS	32
3.1 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO	32

	Pág.
3.2 AISLAMIENTO DEL PATOGENO	33
3.3 SELECCION DE MEDIOS DE CULTIVO Y PURIFICACION DEL HONGO	33
3.4 FORMACION Y GERMINACION DE ESPORANGIOS	36
3.4.1 Formacion	36
3.4.2 Germinación	36
3.5 IDENTIFICACION DEL HONGO	36
3.6 PRUEBA DE PATOGENICIDAD	42
3.7 REAISLAMIENTO DEL PATOGENO	46
3.8 PARAMETROS EVALUADOS	46
3.8.1 Período de incubación	46
3.8.2 Porcentaje de plantas enfermas	47
3.8.3 Porcentaje de plantas muertas	47
3.8.4 Grado de severidad de la enfermedad	53
3.8.5 Rendimiento por parcela	53
3.8.6 Calidad del fruto	59
3.8.7 Altura de la planta	59
3.8.8 Grosor del tallo	66

4. DISCUSION	69
5. CONCLUSIONES	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	79
ANEXOS	87

## LISTA DE TABLAS

	Pág
TABLA 1. Período de incubación del patógeno en las plantas de ají en suelo naturalmente infestado.	48
TABLA 2. Período de incubación del patógeno en las plantas de ají en suelo artificialmente infestado.	49
TABLA 3. Porcentaje de plantas de ají enfermas en los suelos natural y artificialmente infestados.	50
TABLA 4. Porcentaje de plantas de ají muertas en suelo naturalmente infestado.	54
TABLA 5. Porcentaje de plantas de ají muertas en suelo artificialmente infestado.	55
TABLA 6. Grado de severidad de las plantas de ají enfermas en suelo naturalmente infestado.	56
TABLA 7. Grado de severidad de las plantas de ají enfermas en suelo artificialmente infestado.	57
TABLA 8. Rendimiento por parcela en plantas de ají en suelo naturalmente infestado.	60

	Pág.
TABLA 9. Rendimiento por parcela en plantas de ají en suelo artificialmente infestado.	61
TABLA 10. Tamaño de los frutos de las plantas de ají en suelo naturalmente infestado.	62
TABLA 11. Tamaño de los frutos de las plantas de ají en suelo artificialmente infestado.	63
TABLA 12. Altura de las plantas de ají en suelo naturalmente infestado.	64
TABLA 13. Altura de las plantas de ají en suelo artificialmente infestado.	65
TABLA 14. Grosor de tallo de las plantas de ají en suelo natural mente infestado.	66
TABLA 15. Grosor de tallo de las plantas de ají en el suelo artificial mente infestado.	68



## TABLA DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1. Ciclo de la enfermedad causada por <u>Phytophthora capsici</u> en las plantas de ají ( <u>Capsicum annum</u> )	10
FIGURA 2. Major factors influencing asexual and sexual reproduction and spore germination in <u>Phytophthora</u> .	12
FIGURA 3. Mapa de campo utilizado en el ensayo.	22
FIGURA 4. Técnica de aislamiento del hongo <u>Phytophthora capsici</u> de suelo naturalmente infestado.	34
FIGURA 5. Crecimiento de <u>Phytophthora capsici</u> en el medio de cultivo agar - jugo - V-8.	35
FIGURA 6. Esporangios de <u>Phytophthora capsici</u> que no llegaron a su madurez observados en el microscopio compuesto. Aumento 400 X.	37
FIGURA 7. Micelio toruloso de <u>Phytophthora capsici</u> observado en el microscopio compuesto. Aumento 400 X.	38
FIGURA 8. Oosporas de <u>P. capsici</u> observadas al microscopio compuesto. Aumento 400 X	39
FIGURA 9. Oospora en formación de <u>P. capsici</u> con anteridio anfigeno observada al microscopio compuesto. Aumento 400 X	40

	Pág.
FIGURA 10. Esporangios típicos de <u>Phytophthora capsici</u> observados al microscopio compuesto. Aumento 400 X	41
FIGURA 11. Diferencia en el desarrollo entre las plantas de ají sembradas en suelo naturalmente infestado con las sembradas en suelo previamente esterilizado.	43
FIGURA 12. Plantas de ají inoculadas con el hongo <u>P. capsici</u> dos días antes del trasplante, presentando los síntomas de la enfermedad.	44
FIGURA 13. Frutos de ají inoculados con <u>P. capsici</u> . Se observa micelio de aspecto algodonoso.	45
FIGURA 14. Plantas de ají del tratamiento con úrea, al aplicar la dosis normal con síntomas característicos de la enfermedad.	51
FIGURA 15. Parte basal de una planta de ají con lesiones producidas por <u>Phytophthora capsici</u> .	52
FIGURA 16. Producción de las plantas de ají, al aplicar gallinaza, en suelo naturalmente infestado.	58

## LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO A. Preparación de los medios de cultivo.	88
ANEXO B. Relación entre las fuentes y dosis de nitrógeno con el porcentaje de plantas enfermas en suelo naturalmente infestado.	92
ANEXO C. Relación entre las fuentes y dosis de nitrógeno con el porcentaje de plantas enfermas en el suelo artificialmente infestado.	93
ANEXO D. Relación entre las fuentes y dosis de nitrógeno con el porcentaje de plantas muertas en el suelo naturalmente infestado.	94
ANEXO E. Relación entre las fuentes y dosis de nitrógeno con el porcentaje de plantas muertas en el suelo artificialmente infestado.	95
ANEXO F. Relación entre las fuentes y dosis de nitrógeno con el rendimiento por parcela en el suelo naturalmente infestado.	96
ANEXO G. Relación entre las fuentes y dosis de nitrógeno con el rendimiento por parcela en el suelo artificialmente infestado.	97
ANEXO H. Relación entre las fuentes y dosis de nitrógeno con altura de plantas de ají en suelo naturalmente infestado.	98

	Pág.
ANEXO I. Relación entre las fuentes y dosis de nitrógeno con altura de plantas de ají en suelo artificialmente infestado.	99
ANEXO J. Relación entre las fuentes y dosis de nitrógeno con grosor de plantas de ají en suelo naturalmente infestado.	100
ANEXO K. Relación entre las fuentes y dosis de nitrógeno con grosor de plantas de ají en suelo artificialmente infestado.	101

## RESUMEN

La marchitez causada por Phytophthora capsici Leonian en el cultivo del ají es una de las principales enfermedades que se presenta ,en casi todas las regiones productoras de esta hortaliza, causando grandes pérdidas económicas. Por lo anterior se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar el efecto de cinco fuentes nitrogenadas sobre la incidencia de Phytophthora capsici en el cultivo de ají, a nivel de casa sombra en la granja de la Universidad del Magdalena, Municipio de Santa Marta, Departamento del Magdalena, Colombia.

La Universidad del Magdalena se encuentra ubicada entre las coordenadas  $74^{\circ} 07'$  y  $74^{\circ} 12'$  de longitud Oeste y  $11^{\circ} 11'$  y  $11^{\circ} 15'$  latitud Norte. Presenta una topografía plana, con una altura promedio de 7 m.s.n.m, una temperatura promedio de  $29^{\circ}\text{C}$ , humedad relativa de 72 a 74 % y una precipitación de 800 mm anuales.

La distribución de los tratamientos en la casa sombra se ajustó a un arreglo de parcelas completamente al azar con tres factores: dos tipos de suelo ( natural y artificialmente infestado ); cinco fuentes nitrogenadas ( úrea, sulfato de amonio, nitrato de magnesio, abingra y gallinaza ) y dos dosis ( dosis normal y aumentada en un 50 % ). Se usó la variedad de ají Cubanelle.

Durante el desarrollo del estudio se cumplió con una serie de etapas tales como el aislamiento del patógeno de suelo naturalmente infestado; identificación del hongo y



selección de un medio de cultivo para su adecuado desarrollo; selección de un medio de cultivo para la producción de esporangios; multiplicación e inoculación del hongo; determinación del período de incubación del hongo; del grado de severidad de los síntomas; del porcentaje de plantas muertas; del porcentaje de plantas enfermas; altura de las plantas; grosor del tallo; rendimiento y calidad de los frutos.

El hongo se aisló enterrando parcialmente los frutos de ají en el suelo naturalmente infestado. La purificación del crecimiento fungoso se realizó adicionando antibióticos a los medios de cultivos. De estos se seleccionó al agar jugo V-8 para su desarrollo y al agar glucosa peptona para la formación de esporangios.

Se determinó que el hongo Phytophthora capsici, en nuestro medio, produce en forma muy rápida, gran cantidad de oosporas las cuales son, probablemente, las estructuras infectivas de importancia, puesto que a través de todos los intentos realizados, y con mucha dificultad se pudo llegar a la producción de una cantidad muy baja de esporangios de origen asexual.

Para confirmar la presencia del hongo P. capsici y su virulencia se realizaron diferentes pruebas de patogenicidad, tanto en plantas como en frutos. Todas las pruebas resultaron positivas.

De acuerdo con los resultados obtenidos se estableció que el período de incubación más largo, el menor porcentaje de plantas muertas y el menor grado de severidad de la enfermedad, en ambos suelos, se presentó en el tratamiento en donde se utilizó gallinaza, seguido muy de cerca por la abimgra. Además, los tratamientos con menor eficiencia fueron aquellos en los que se aplicó úrea, sulfato de amonio y nitrato de magnesio.

En el presente trabajo se concluye que las fuentes de nitrógeno gallinaza y abimgra se presentan como una alternativa válida y efectiva para el manejo de la enfermedad producida por Phytophthora capsici en el cultivo del ají en nuestra región y se atribuye el efecto al incremento de microorganismos antagónicos que de una u otra manera ejercen una acción inhibitoria sobre el hongo. Además, se destaca el efecto benéfico de las dos fuentes nitrogenadas por la influencia positiva que tienen sobre las condiciones fisico-químicas del suelo, por la disminución en los costos de control y por la aplicabilidad desde el punto de vista del manejo racional e integrado del medio ambiente



## INTRODUCCION

En Colombia no existe región donde no se siembre, aunque sea en mínima extensión, alguna hortaliza destinada para el consumo casero o para su venta en el mercado. El cultivo y consumo de hortalizas, en nuestro país, data de tiempos precolombinos siendo las más conocidas en ese entonces, el ají, el tomate y las diversas especies de cucurbitáceas, las cuales ocupaban un lugar de importancia en la dieta de los aborígenes. Hoy en día, la población humana consume gran cantidad de hortalizas en su alimentación diaria.

Según datos del Ministerio de Agricultura, en el año 1979, se sembraron con hortalizas, en nuestro país, cerca de 850 ha con un rendimiento aproximado de 12 toneladas/ hectárea, estando las principales regiones productoras en la Sabana de Bogotá, Valle del Cauca, Santander del Sur y la Costa Atlántica ( 33 ).

Una de las hortalizas de mayor consumo y cultivo es el ají ( Capsicum annum ) el cual es afectado por agentes fitopatógenos de diferente naturaleza, entre los cuales se encuentra el hongo Phytophthora capsici Leonian, agente causal de la marchitez, presente en la mayoría de zonas productoras de ají tanto a nivel nacional como mundial.

El ataque de este patógeno ha sido registrado como muy severo en muchas de las regiones productoras de ají de Colombia y del mundo ( 49, 52, 15, 31, 24, 51, 47 ).

Entre los últimos registros sobre los daños causados por el hongo está el de Taiwan en donde en el año de 1977 se encontró atacando por primera vez plantas de ají y otras especies de hortalizas con un porcentaje de pérdidas muy alto ( 24 ). De igual manera, se registraron daños causados por el hongo en Korea, cuya área sembrada con ají es de 62.800 ha, lo que representa aproximadamente un 23 % de la extensión total cultivada con hortalizas. En esta región la enfermedad había presentado, normalmente, un 15 a 30 % de severidad anual pero, en el año de 1986, la severidad aumentó a un 60 % debido a la siembra continua de ají ( 31 ).

En México el ají ocupa el segundo lugar entre las hortalizas que se siembran en ese país. Anualmente se cosecha una superficie aproximada de 79.000 ha, lo que representa un 30 % del total de la superficie hortícola nacional, con una producción cercana a las 74.000 ton. El porcentaje de pérdida causado por el hongo *P. capsici*, en las zonas donde se cultiva el ají, es del 10 al 30 % y en algunas regiones como el Bajío, Aguas Calientes y Puebla las pérdidas pueden llegar hasta el 100 % ( 15 ).

En nuestro país, la región de Santa Marta y sus alrededores se caracterizan por la siembra permanente de hortalizas entre las cuales ocupa un lugar primordial el ají. En esta zona el problema del ataque del hongo es muy severo debido al mal manejo que le dan los pequeños agricultores a la explotación de este cultivo, especialmente, por la utilización de semilla proveniente de cosechas anteriores a la que no se le practica ninguna medida de control sanitario; la mala preparación de suelos, la fertilización muy deficiente, la no desinfestación de semilleros, la no rotación de cultivos y utilización indiscriminada de algunos productos químicos.

Por otro lado, por la falta de información y por las deficiencias económicas de los campesinos, ellos no realizan prácticas de control que ayuden a disminuir la incidencia de este patógeno permitiendo así que la enfermedad avance y destruya gran cantidad

de plantas, por lo que obtienen bajos rendimientos y productos de mala calidad, ocasionando un gran perjuicio económico ( 18 ).

Teniendo en cuenta que el cultivo del ají representa una fuente importante de ingresos para los pequeños productores de hortalizas de nuestra zona; que el hongo Phytophthora capsici es uno de los patógenos limitantes de estos ingresos y que estudios realizados en diferentes partes del mundo indican que existen suelos que actúan como supresivos a ciertas especies de Phytophthora debido al contenido de algunas formas de nitrógeno, se consideró conveniente evaluar cinco fuentes nitrogenadas, con dos dosis cada una, para determinar cuál o cuáles de estas fuentes y dosis pueden inhibir el ataque del hongo P. capsici en el cultivo del ají ( Capsicum annum ).

De esta manera, la utilización de una fuente de nitrógeno cumpliría un doble propósito, puesto que, al mismo tiempo que se esté aplicando un elemento de gran demanda para la planta como lo es el nitrógeno, se estaría controlando al hongo P. capsici , sin usar productos químicos, en una forma menos costosa y menos perjudicial para la fauna y flora benéfica, contribuyendo así a la conservación del medio ambiente.

De acuerdo con lo anterior, los objetivos planteados en esta investigación fueron los siguientes:

## **OBJETIVO GENERAL**

Disminuir la incidencia de Phytophthora capsici mediante fuentes nitrogenadas en el cultivo de ají ( Capsicum annum ).

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Determinar el efecto de las diferentes fuentes nitrogenadas sobre la incidencia de Phytophthora capsici .
2. Determinar el efecto de las diferentes fuentes nitrogenadas sobre el desarrollo de las plantas.



## 1. ANTECEDENTES

### 1.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO

El centro del origen del pimentón se ha localizado en el Amazonas, zona desde la cual se difundió a través de América y, según Smith ( 45 ), fue una de las primeras plantas encontradas por Colón. Humbolth más tarde indicó que, para los nativos, era tan indispensable como la sal para los europeos.

El nombre de pimentón o pimiento fue dado erróneamente a la planta debido a que ésta recordaba el sabor de la pimienta Piper nigrum , especie propia del Asia y sin ningún parentesco botánico con el Capsicum annum , que es la especie más importante del grupo, desde el punto de vista comercial y la cual incluye los pimientos dulces y la mayoría de los ajíes picantes ( 33 ).

La producción del cultivo del ají ( Capsicum annum ) debe hacerse en suelos fértiles. La Federación Nacional de Cafeteros de Colombia ( 19 ) indica, que el pimentón se puede producir en un alto rango de suelos, siempre y cuando el drenaje sea bueno. El suelo puede ser arenoso si existe buena disponibilidad de agua. Sin embargo, las mejores texturas son la franco-limosa y la franco-arenosa que permiten un buen

drenaje y una buena retención de humedad. Los suelos deben ser profundos pues el sistema radicular es muy extenso; además, en suelos demasiado livianos es importante la aplicación de materia orgánica para mejorar su estructura y ayudar a una mejor retención de agua. El ají resiste suelos ligeramente ácidos desde 5,5 pero, el pH ideal para el cultivo está entre 6,0 y 6,5.

En cuanto a la fertilización, la Federación Nacional de Cafeteros informa, que para producir 20 ton/ha de ají, el cultivo necesita 160 Kg de N; 30 Kg de  $P_2O_5$  y 160 Kg de  $K_2O$ . El fertilizante debe aplicarse en banda a 10 cm de la base del tallo y a cinco cm de profundidad; si se va a aplicar materia orgánica la Federación recomienda incorporarla con anticipación al trasplante ( 19 ).

El cultivo de ají es muy exigente en fósforo y nitrógeno, pero un exceso de éste último trae como consecuencia un desarrollo vegetativo acelerado y excesivo, conlleva a la caída de ramas y retraso en la producción. Se recomienda dividir la dosis de nitrógeno en dos aplicaciones, una en el momento del trasplante y la otra en el momento de la floración; con respecto al fósforo y potasio se recomienda aplicar la dosis completa en el momento del trasplante. La fertilización, en cualquiera de los casos, debe determinarse con base en el análisis de suelo ( 19 ).

En lo que se refiere a las normas de calidad de los frutos, la Federación Nacional de Cafeteros establece que para el mercado nacional, dichos frutos deben mostrar un desarrollo normal, además, deben presentar un color verde, rojo y/o una mezcla de los dos, brillantes y textura firme. En cuanto al tamaño, estos deben tener 7 cm de largo y 6,5 cm de diámetro en su parte más ancha como medidas mínimas ( 19 ).



## 1.2 SINTOMATOLOGIA

La marchitez del ají causada por el hongo P. capsici se puede presentar en cualquier etapa de desarrollo del cultivo. Los síntomas se caracterizan por la lesión de color pardo oscuro que aparece en la base del tallo y en las raíces, lo que conduce a la marchitez parcial o total del follaje, defoliación y muerte de las plantas. Como en este caso el hongo vive en el suelo, ataca la parte inferior del tallo o la raíz donde aparecen las lesiones. En algunas ocasiones el efecto del hongo es más grave aún, debido a las salpicaduras del agua, ya que las zoosporas de éste entran en contacto con las hojas, ramas y frutos de las plantas produciendo lesiones en dichos órganos. En este caso, la infección se manifiesta con manchas romboides de color verde pálido, luego se tornan café claro con el margen amarillento. Los frutos afectados presentan áreas decoloradas que contrastan con la parte sana y se observa en el interior un micelio de aspecto blanco algodónoso ocasionando, finalmente, la momificación de los mismos ( 33, 20 ).

## 1.3 ETIOLOGIA DE LA ENFERMEDAD

La primera enfermedad causada por Phytophthora fue registrada según George A. Zentmyer ( 54 ), por Anton De Bary en 1876 atacando cultivos de papa. En el año de 1922 Leonian ( 36 ), descubrió una especie de Phytophthora que atacaba al cultivo del ají a la cual le dio el nombre de Phytophthora capsici .



Este hongo, agente causal de la pudrición de raíz en muchos cultivos, pertenece, según la clasificación de Alexopoulos a la Clase : Oomycetes; Orden : Peronosporales; Familia : Pythyaceae; Género : Phytophthora en donde se encuentra la especie P. capsici que es la causante de la pudrición de raíz en el cultivo del ají (Capsicum annum) ( 2 ).

Esta especie es heterotática, diploide, con micelio hialino, nudoso o tuberoso y muy ramificado, cenocítico, con una pared celular que carece de quitina y formada por un complejo químico a base de lípidos, celulosa y glucanas ( 14 ).

Los esporangios o estructuras asexuales producen zoosporas biflageladas, con un flagelo ciliado y el otro en forma de látigo. Estos esporangios pueden presentar una o dos papilas prominentes y son de forma variada ya sean ovoides, piriformes o limoniformes, siendo ésta última la más común en la especie P. capsici . Estos esporangios pueden ser alargados y globosos con una a tres vacuolas centrales, el tamaño varía de 35 a 85 um de largo x 21 a 50 um de ancho; los esporangióforos exhiben hinchamiento próximo a la base del esporangio ( 20 ).

P. capsici se reproduce sexual y asexualmente, con reproducción sexual por contacto gametangial y presencia de anteridios anfigenos. Al encontrarse dos micelios compatibles se aparean formando las oosporas, que pueden ser desde esféricas hasta subesféricas con pared lisa, gruesa y de 24 a 40 um de diámetro las cuales, al germinar, dan origen a un tubo o a un esporangio ( 14 ).

#### 1.4 ASPECTOS DEL CICLO DE LA ENFERMEDAD

El hongo P. capsici sobrevive en residuos de cosecha o en el suelo en forma de oosporas, las cuales son consideradas estructuras de resistencia, o bien, sobrevive dentro de la semilla en forma de micelio. A temperatura moderada ( 10 -25 °C ), precipitación y humedad relativa altas, se forman grandes cantidades de esporangios que se localizan en la base del tallo, germinan con temperatura de 4 a 20 °C y agua libre, condiciones que generalmente se presentan por la noche. Así, ellos liberan las zoosporas para que inicien la infección. Estas estructuras, de hábito acuático, son atraídas por las plantas vecinas y se enquistan en el tallo, emiten el tubo germinativo y después el apresorio para penetrar la epidermis de la planta e invadir el tejido ( 20 ).

La hifa infecciosa crece intercelularmente en los tejidos de raíces y de tallos y penetra a la célula mediante la producción de haustorios. El hongo coloniza las células del parénquima cortical, los haces vasculares de las raíces y de los tallos y las células parenquimatosas de la médula ( 31 ). Ver figura 1

#### 1.5 AISLAMIENTO DEL PATOGENO

A nivel de laboratorio el hongo P. capsici puede aislarse de tejido vegetal afectado o directamente de suelo infestado con el patógeno ( 13, 17 ). Luego de ser aislado es colocado en un medio de cultivo específico como el agua agar, el agar jugo V-8, el agar harina de maíz o el agar frijol - lima, que le brindan los nutrientes necesarios para su normal desarrollo y reproducción ( 17, 40 ). Además, existen factores indispensables que inciden directamente en la formación y desarrollo de estructuras

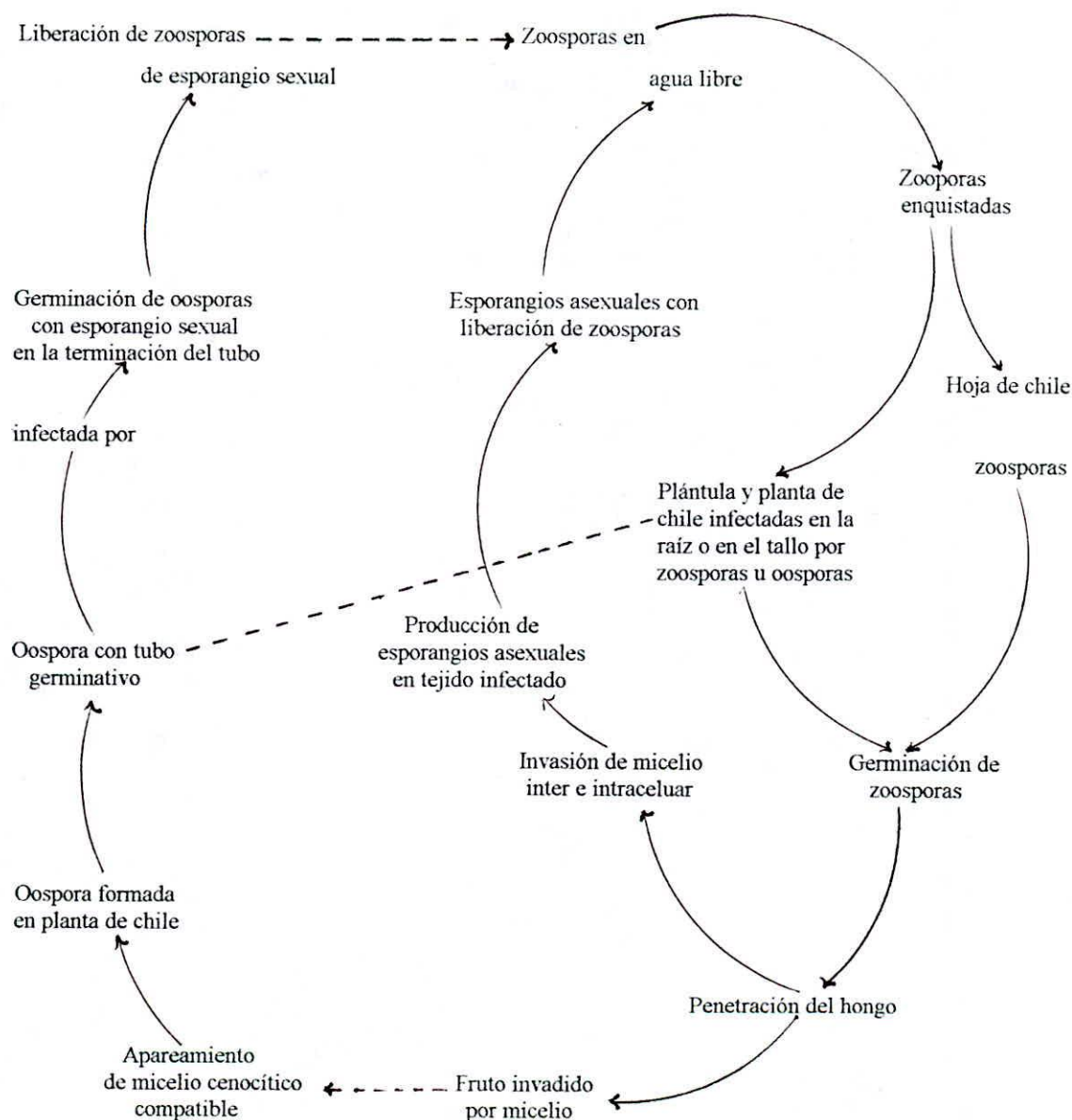


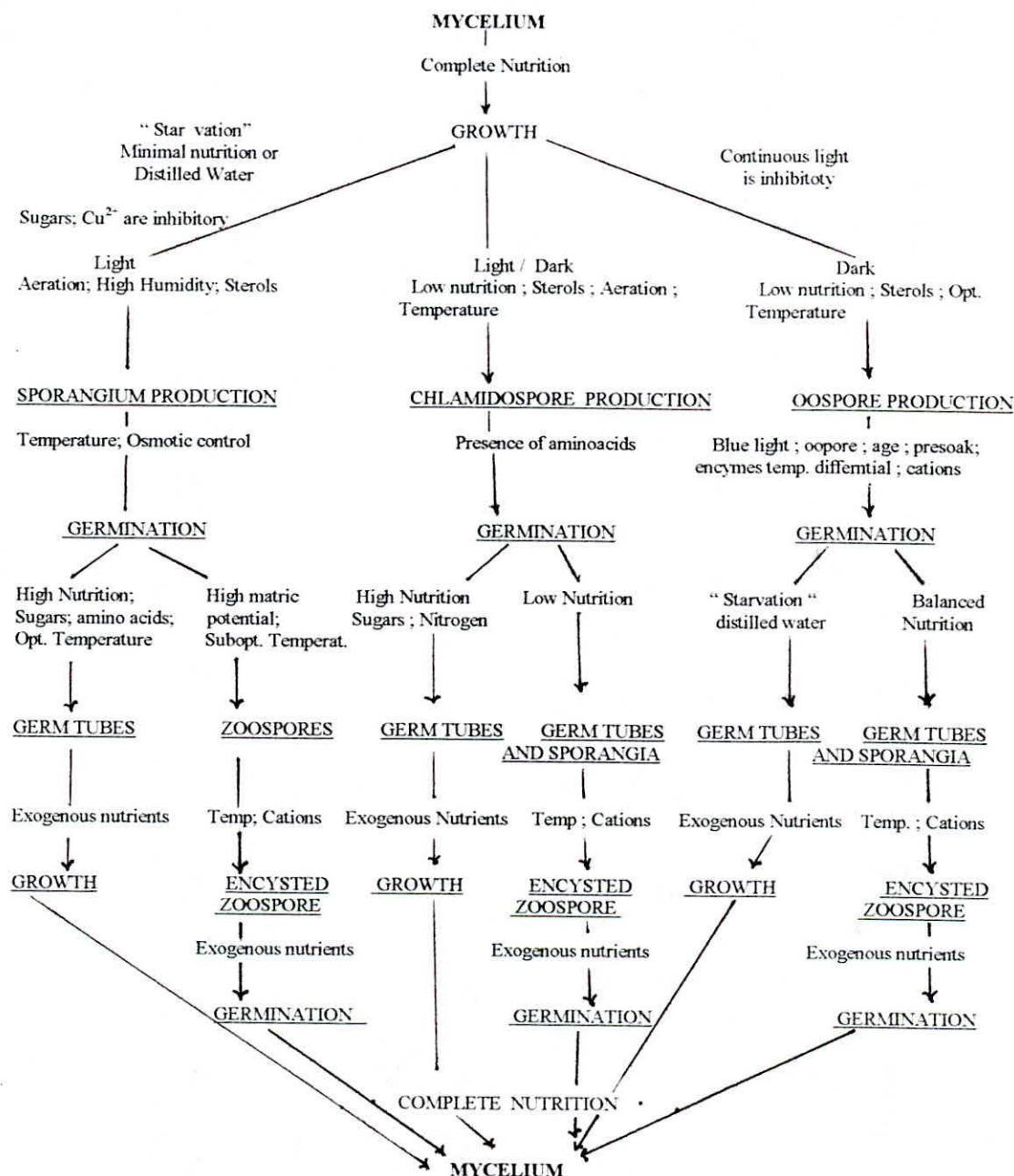
Figura 1. Ciclo de la enfermedad causada por *P. capsici* en las plantas de ají (*Capsicum annum*) ( Tomado del libro Enfermedades infecciosas de los cultivos; Arturo Díaz Franco et al. )

reproductivas del hongo como son la luz, la temperatura y la aireación ( 40 ). Ver figura 2

Hwang et al en Korea ( 32 ) y Ristanio et al en Estados Unidos ( 41 ), efectuaron trabajos sobre aislamiento, multiplicación e inoculación de especies de Phytophthora. Ellos lo cultivaron durante una semana en agar jugo V-8; luego obtuvieron esporangios cortando trozos de agar con micelio del hongo que incubaron en cajas Petri con agua destilada estéril durante 72 horas. Para inducir la expulsión de las zoosporas sometieron esas cajas a enfriamiento de 4 - 6 °C durante una hora y posteriormente las colocaron a 28 °C por igual período de tiempo. La inoculación la realizaron aplicando al suelo 25 ml de una suspensión que contenía  $1,25 \times 10^5$  zoosporas por mililitro.

De igual manera Hartman ( 24 ) realizó un trabajo en donde aisló Phytophthora capsici de tejido vegetal y lo cultivó en agar V-8 a 28 °C por siete días en la oscuridad; luego cortó piezas de agar, de dos cm<sup>2</sup> aproximadamente, con áreas colonizadas por el micelio del hongo. Estas piezas fueron tratadas dos veces con agua destilada estéril e incubadas durante tres días. Los esporangios formados los desprendieron de los bloques de agar mediante agitación y luego los midieron para comprobar la especie por características morfológicas descritas en la literatura.





**Figura 2. Mayor factors influencing asexual and sexual reproduction and spore germination in *Phytophthora*.** ( Tomado del libro *Phytophthora : its biology, taxonomi, ecology, and pathology*. Erwin, D. C; Bartnicki- Garcia, S ; and Tsao P. H. )

## 1.6 SUELOS SUPRESIVOS

Shae y Broadbent ( 44 ), han comprobado la existencia de suelos con formas de nitrógeno que inhiben el crecimiento de algunas especies de Phytophthora. De igual manera, se tienen registros ( 6 ), acerca de la existencia de microorganismos en el suelo que ejercen antagonismo sobre ciertos patógenos suprimiendo o inhibiendo su crecimiento. Esto da como resultado una baja población y una vida corta para el patógeno, lo que conlleva a una disminución de la incidencia y severidad de la enfermedad.

En los dos casos anteriores, los suelos se denominan “supresivos” y son definidos por Baker y Cook ( 6 ), como aquellos en los cuales el patógeno no se establece o no persiste; si se establece, no causa daño o causa enfermedad en forma esporádica o muy leve. Estos autores afirman que son suelos con pH 6.0 y que el efecto, posiblemente, se debe a que al ser suelos con pH de 6.0 a 7.0 favorecen, por un lado, a las bacterias y a la gran cantidad de microorganismos antagónicos y, por otro, a la producción de calcio lo cual mejora la estructura del suelo.

Baker y Cook ( 6 ), han determinado suelos supresivos a los siguientes patógenos de plantas: Gaeumannomyces graminis var. tritici; Fusarium oxysporum f. solani; F. oxysporum f. phaseoli; Phytophthora cinnamomi; Pythium sp; Rhizoctonia solani; Streptomyces scabies y Sclerotium cepivorum.

Un ejemplo de esos suelos existe en Toluca, México, donde Torres y García ( 46 ) comprobaron que los suelos son supresivos a Phytophthora infestans en papa y anotan que esta supresividad es de origen biológico.

Broadbent y Baker ( 9 ) afirman que, los suelos supresivos a P. cinnamomi en Australia, se caracterizan por presentar altos niveles de nitrógeno amoniacal.

Tsao y Zentmyer ( 48 ); Tsao y Oster ( 47 ), demostraron que fuentes como la úrea, la gallinaza y el estiércol contienen nitrógeno en forma de amoniaco (  $\text{NH}_3$  ) y de ácido nítrico (  $\text{HNO}_2$  ), que actúan como supresivas a especies de Phytophthora

Según, Awan y Strachdemeyer ( 5 ); Gallegly y Niederhauser ( 21 ) y Weindlmayr ( 51 ) la severidad de la enfermedad causada por P. infestans en papa, se incrementó por la aplicación de altos niveles de nitrógeno, mientras que Langbein y Pehl ( 35 ); Lowings y Acha ( 37 ); Schaffnit y Volk ( 43 ), aseguran que esos altos niveles de nitrógeno disminuyeron la severidad de esa enfermedad en el mismo cultivo.

Walerych et al ( 50 ), indicaron que el nitrógeno en forma de nitrato (  $\text{NO}_3$  ) incrementó la severidad del tizón tardío de la papa, sin embargo, con el nitrógeno en forma de amonio (  $\text{NH}_4$  ) y el nitrógeno orgánico aportado por la úrea, no hubo ese efecto. Según ellos, el tizón tardío es otra enfermedad que se incrementa por los altos contenidos de nitrógeno.

Herlihy y Carrol ( 29 ); Herlinhy ( 28 ), en trabajos posteriores aclararon que las fuentes nitrogenadas, inicialmente, inhiben el crecimiento de P. infestans en papa pero, con el paso del tiempo, se aumenta el follaje lo cual crea un medio ambiente que favorece la esporulación y dispersión del hongo.



Según Canaday y Schmitthenner ( 11 ), la pudrición de la raíz de la soya producida por Phytophthora megaspermae sp glycinea y la enfermedad causada por P. parasitica en tabaco, se incrementaron por los altos contenidos de nitrógeno; en tanto que P. parasitica en tomate, fue menos severa ( 4, 38 ).

Klotz et al ( 34 ), encontraron que el nitrógeno en forma de nitrato redujo la pudrición de raíz de los cítricos causada por P. parasitica y P. citrophthora , pero el efecto fue contrario cuando el nitrógeno se encontraba en forma de amonio o cuando se aplicó úrea.

Algunas de las influencias del alto contenido de nitrógeno en enfermedades causadas por especies de Phytophthora fueron estudiadas por Bingham et al ( 7 ), en la pudrición de la raíz del aguacate causada por P. cinnamomi. Demostraron que altas cantidades de nitrógeno en forma de amonio reducen la pudrición de raíz en aguacate; sin embargo, Zentmyer y Bingham ( 56 ) habían registrado que el nitrito (  $\text{NO}_2$  ) es más tóxico para P. cinnamomi en el mismo cultivo. Estas respuestas al nitrógeno dependen del pH; así : a un pH de 4,5 son efectivas 2 ppm y a un pH de 6,5 son necesarios 4 ppm.

Zentmyer ( 55 ), registró la eficacia de los residuos orgánicos con alto contenido de nitrógeno y de la harina de alfalfa para el control de la pudrición de raíz en el cultivo del aguacate. Más tarde, Gilpatrick ( 22 ) demostró, que niveles de amoníaco (  $\text{NH}_3$  ) son tóxicos a P. cinnamomi cuando el suelo presenta enmiendas con harina de alfalfa. Tsao y Zentmeyer ( 48 ); Tsao y Oster ( 47 ), concluyeron que el ácido nítrico a un pH de 6,0 y el amoníaco a un pH de 8,0 fueron los responsables de la inhibición de P. cinnamomi en suelos enmendados con altos contenidos de úrea u otro nitrógeno orgánico.

Según Campbell y Copelan ( 9 ); Hepting et al ( 27 ); Roth et al ( 42 ), la hoja pequeña del pino producida por P. cinnamomi en Estados Unidos, fue tratada como una deficiencia de nitrógeno y, una aplicación abundante de fertilizantes nitrogenados, mejoró la condición de los árboles infectados y detuvo la dispersión de la enfermedad.

Por otra parte, enmendar el suelo con materia orgánica ayuda al control biológico de patógenos del suelo. Baker and Cook ( 6 ) aseguran que la calidad de la enmienda orgánica tiene una fuerte influencia sobre si el patógeno es o no suprimido. Según ellos, el control de Phytophthora , por este medio, tiene y ha tenido una interesante historia y se han dado casos de resultados efectivos en el control de patógenos y, particularmente, de P. cinnamomi.

Zentmyer ( 55 ), demostró que al enmendar los suelos con harina de alfalfa se reduce la severidad de la pudrición de plántulas de aguacate causada por P. cinnamomi debido a que se incrementa la actividad microbial y, se presume, que prosperan microorganismos antagonicos al patógeno, los cuales son considerados como el factor principal para la supresión de la enfermedad. Investigaciones subsecuentes realizadas por Gilpatrick ( 22 ) indicaron que, la producción de amonio asociada con la descomposición microbial de la harina de alfalfa, tiene un mayor efecto sobre la supresividad del patógeno.

Con respecto a Phytophthora capsici en el cultivo del ají, existen referencias sobre trabajos realizados en algunas zonas del mundo para estudiar el efecto de las fuentes nitrogenadas sobre la severidad de este hongo. Así: Morera y Vargas ( 39 ), en su investigación realizada en Costa Rica, evaluaron los efectos de dos dosis de gallinaza sobre la incidencia de P. capsici en los chiles dulce y jalapeño ( las dosis de 1 y 2 t/ha

se aplicaron en dos formas: toda la dosis antes del trasplante y la otra fraccionada). Los resultados no mostraron un efecto significativo en el control de la enfermedad; sin embargo, el tratamiento de 2 t/ha aplicado en forma fraccionada, tuvo un efecto significativo sobre el rendimiento del chile dulce en relación con el tratamiento testigo.

Chavez et al ( 15 ) realizaron un trabajo en la región de Valsequillo, México, en el cual tenían, entre otros objetivos, determinar la efectividad de una enmienda orgánica (gallinaza ), de un fungicida, de una solarización y de las posibles combinaciones entre ellos sobre el hongo *P. capsici*. Los mejores resultados en cuanto a la incidencia de la enfermedad, al aumento de la población de microorganismos, al mayor contenido de materia orgánica y a la mejor producción, se presentaron en todos los tratamientos en los que se aplicó gallinaza. Los autores concluyeron que la presencia de gallinaza favoreció la actividad biológica porque pudo haber ejercido efectos antagónicos sobre el patógeno y permitió mejorar las condiciones fisico-químicas del suelo, lo que dio como resultado un mejor crecimiento y desarrollo del cultivo.

Yang, et al, ( 53 ) efectuaron un trabajo en 1986 sobre la distribución y características de suelos supresivos a la pudrición de raíz en ají rojo causado por *P. capsici* en Korea. Encontraron que, la enfermedad fue más severa en tres de las mejores áreas de cultivo, debido a que éstas presentan suelo arcilloso. Por el contrario, en las plantas provenientes de suelo arenoso los daños causados por la enfermedad fueron leves. Los investigadores llegaron a concluir que el patógeno tiene una baja actividad en los suelos con buen drenaje y muy buena aireación.



### 1.7 CARACTERISTICAS DE LAS FUENTES NITROGENADAS UTILIZADAS

El nitrógeno, en general, es un constituyente de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, vitaminas, fosfolípidos y clorofila. Entre las funciones más importantes del nitrógeno están la de aumentar el vigor general de las plantas, dar color verde a las hojas y favorecer el crecimiento del follaje y el tallo ( 23 ).

Las fuentes utilizadas en esta investigación tienen las siguientes características:

**Urea:** es un fertilizante simple que se aplica al suelo; contiene 46 % de nitrógeno orgánico y es fácilmente soluble en agua ( 23 ).

**Sulfato de amonio :** es un fertilizante simple que se aplica al suelo; contiene 21 % de nitrógeno amoniacal y 24 % de azufre. Su uso ofrece ventajas agronómicas importantes en suelos alcalinos y en suelos deficientes en azufre ( 23 ).

**Nitrato de magnesio :** es un fertilizante granular que se aplica al suelo; contiene 11,2 % de nitrógeno nítrico; 10,8 % de nitrógeno amoniacal; 7,0 % de magnesio y 11,0 % de calcio. Este fertilizante, por contener magnesio, ayuda a la planta a la absorción y transporte del fósforo; además, contribuye a mejorar la estructura del suelo por poseer calcio en su composición química ( 30 ).

**Abingra :** abono compuesto que se aplica al suelo o al follaje; contiene 4 % de nitrógeno nítrico, amoniacal y orgánico; además, contiene fósforo, potasio, azufre,

calcio, magnesio , boro, zinc, hierro, cobre, manganeso, molibdeno y cobalto. Este abono incrementa la capacidad de intercambio catiónico y ayuda a desarrollar en el suelo una microflora abundante que mejora la estructura del suelo ( 1 ).

**Gallinaza :** abono orgánico que se aplica al suelo; contiene 3,11 % de nitrógeno orgánico; 1,31 % de fósforo; 1,13 % de potasio y 22,4 % de cenizas; todo esto ayuda al mejoramiento de la estructura del suelo y por su condición de orgánico incrementa la microfauna benéfica del suelo ( 12 ).



## **2. MATERIALES Y METODOS**

El trabajo se inició en el mes de octubre de 1994 y culminó en el mes de marzo de 1996, período durante el cual se llevó un registro de actividades.

### **2.1 DISTRIBUCION DEL AREA**

**2.1.1 Localización del ensayo.** El ensayo se realizó a nivel de casa sombra en la granja experimental de la Universidad del Magdalena, Municipio de Santa Marta, Departamento del Magdalena, situado en el noreste de Colombia. Este Municipio limita al norte con el río Manzanares, al sur con la carretera Troncal del Caribe, al este con terrenos de propiedad del Municipio de Santa Marta y al oeste con lotes particulares. Geográficamente la zona se encuentra enmarcada dentro de las coordenadas  $74^{\circ} 07'$  y  $74^{\circ} 12'$  de longitud oeste y  $11^{\circ} 11'$  y  $11^{\circ} 15'$  de latitud norte ( 16 ).

**2.1.2 Características generales del área.** La zona del ensayo presenta un relieve plano, con una altura de 7 m.s.n.m, una precipitación aproximada a los 800 mm anuales, temperatura promedio de  $29^{\circ} \text{C}$  y una humedad relativa entre 72 y 74 %. Es una zona influenciada por los vientos Alisios del hemisferio norte, los cuales soplan con mayor intensidad durante los meses de diciembre a abril, que en el resto del año.

El clima de esta zona está clasificado como caliente de estepa, con una vegetación xerofítica y lluvias zenitales, y un ecosistema de bosque espinoso subtropical ( 16 ).

## **2.2 DISTRIBUCION DEL ENSAYO**

Se utilizó un arreglo factorial combinatorio con tres factores completamente al azar, en donde las parcelas grandes correspondían a los dos tipos de suelo; las parcelas medianas a las fuentes nitrogenadas ( Urea, Sulfato de Amonio, Nitrato de Magnesio, Abingra y Gallinaza ) y las parcelas pequeñas a las dosis ( dosis normal y dosis normal + 50 % ). Cada tratamiento se replicó cuatro veces, obteniendo así 96 unidades experimentales, conformada cada una por tres bolsas para un gran total de 288 bolsas.

La distribución de las parcelas en la granja de la Universidad del Magdalena se muestra en la Figura 3.

## **2.3 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO**

En este trabajo se utilizaron dos tipos de suelo; uno que se obtuvo del kilómetro cuatro vía Barranquilla - Ciénaga y el otro de la granja de la Universidad del Magdalena. De ambos suelos se tomaron muestras antes de iniciar y después de finalizar el trabajo de campo, las cuales se llevaron al laboratorio de suelo de la Universidad del Magdalena para determinar sus propiedades físicas y químicas.

A			B		
T0	0	0	T1	a	b
T3	b	a	T5	a	b
T1	b	a	T3	b	a
T4	a	b	T2	a	b
T2	a	b	T4	b	a
T5	b	a	T0	0	0
T2	b	a	T3	b	a
T4	a	b	T1	b	a
T0	0	0	T0	0	0
T3	b	a	T5	b	a
T5	b	a	T2	a	b
T1	a	b	T4	b	a
T4	a	b	T5	b	a
T2	b	a	T4	a	b
T1	a	b	T3	b	a
T5	b	a	T2	a	b
T0	0	0	T1	b	a
T3	b	a	T0	0	0
T0	0	0	T1	b	a
T1	a	b	T5	a	b
T5	b	a	T3	b	a
T4	a	b	T2	b	a
T3	a	b	T0	0	0
T2	b	a	T4	b	a

**Figura 3. Mapa de campo utilizado en el ensayo**

0 = Sin dosis  
a = Dosis normal  
b = Dosis aumentada

A = Suelo naturalmente infestado  
B = Suelo artificialmente infestado  
T0 = Testigo  
T1 = Urea

T2 = Sulfato de amonio  
T3 = Nitrato de magnesio  
T4 = Abimgra  
T5 = Gallinaza

## 2.4 AISLAMIENTO DEL PATOGENO

Para aislar al hongo causante de la pudrición de raíz en el ají se sembraron parcialmente, en materas, frutos de aguacate durante tres meses consecutivos en suelos traídos de diferentes áreas en donde se había presentado la enfermedad. Pasado este tiempo se procedió a sembrar simultáneamente frutos de ají y aguacate, a los cuales se les hicieron orificios de 2 cm de diámetro con la ayuda de un sacabocados, los cuales se llenaron con los diferentes suelos obtenidos y se mantuvieron con suficiente humedad a temperatura de laboratorio ( 28 - 30° C ) ( 42 ). Este proceso se repitió varias veces hasta que, finalmente, se logró aislar el hongo del suelo proveniente del kilómetro cuatro vía B/quilla - Ciénaga.

El crecimiento fungoso aislado se llevó a cajas Petri con P.D.A. y se incubó a 28 °C durante ocho días; luego se hicieron montajes en placas semipermanentes para observar y buscar al microscopio el micelio y las estructuras típicas del género Phytophthora.

## 2.5 SELECCION DE MEDIOS DE CULTIVO Y PURIFICACION DEL HONGO

El crecimiento fungoso en P.D.A. fue lento y poco abundante; por esta razón fue necesario seleccionar un medio artificial de cultivo en donde el hongo se desarrollara mejor y más rápido bajo nuestras condiciones. Para ello se probaron cinco medios de cultivo diferentes: Agua - agar; Agar extracto de ají; Agar frijol-lima; Agar harina de maíz y Agar jugo V-8; cuyas preparaciones se hicieron siguiendo las instrucciones que aparecen en el Anexo A.



Para transferir el hongo que creció en P.D.A., se tomó una pequeña porción micelial y se colocó en la periferia de las cajas Petri que contenían los diferentes medios de cultivo previamente preparados.

En cada uno de los medios probados se presentó crecimiento de otros géneros de hongos, bacterias y microorganismos contaminantes.. Para evitar este problema y teniendo en cuenta el trabajo realizado por Castillo y Fernández ( 13 ), se decidió agregar a los medios de cultivo algunos antibióticos tales como la cefalotina sódica, la nystatina y el azul de bromotimol.

## 2.6 FORMACION Y GERMINACION DE ESPORANGIOS

**2.6.1 Formación.** Por las dificultades que se presentaron en la obtención de esporangios fue necesario preparar medios de cultivo específicos como el Agar-Glucosa-Peptona + 0.25 mg de colesterol por litro ( 3 ), utilizado por Hendrix ( 26 ); el agar jugo V-8 diluido utilizado por Ribeiro( 40 ) y el agar jugo V-8 + 0.25 mg de colesterol por litro. Una vez preparados los medios se tomó crecimiento micelial y se puso a crecer en estos medios selectivos a diferentes temperaturas ( 25, 26, 27 y 28 ° C ) y a diferentes intervalos de luz y oscuridad ( 24 horas de luz, 24 horas de oscuridad, 12 horas de luz, 12 horas de oscuridad, luz continua y a oscuridad continua ), por espacio de 20 a 30 días. Del crecimiento fungoso procedente de las diferentes cajas se prepararon numerosas placa semipermanentes, las cuales fueron observadas minuciosamente con el fin de determinar la presencia de los esporangios; este procedimiento se repitió insistentemente durante cuatro meses consecutivos.

**2.6.2 Germinación.** Siguiendo el procedimiento utilizado por Ristanio ( 41 ) y Hwang ( 32 ) para la germinación de esporangios de Phytophthora capsici se



prepararon suspensiones de las cajas Petri que contenían los diferentes medios con crecimiento fungoso sometidas a los diferentes intervalos de luz y de tiempo; estas suspensiones se filtraron haciéndose pasar por una capa gruesa de gasa estéril y posteriormente se llevaron a enfriamiento ( $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) durante 15 a 20 minutos. Luego se tomó una alícuota de 1 ml de cada uno de los filtrados y se colocó en cajas Petri de 6 cm de diámetro para luego ser observados al microscopio.

## 2.7 IDENTIFICACION DEL HONGO

Esta se llevó a cabo preparando placas semipermanentes del cultivo puro para ser llevadas al microscopio y con la ayuda de un ocular micrométrico determinar el tamaño de 14 esporangios y el diámetro de 100 oosporas. Además del largo de los esporangios y del ancho de las oosporas otras características morfológicas fueron observadas y posteriormente comparadas con las descritas en la literatura para la especie Phytophthora capsici.

## 2.8 PRUEBA DE PATOGENICIDAD

Para confirmar que el hongo aislado e identificado era Phytophthora capsici se realizaron cuatro pruebas de patogenicidad, de las cuales tres se hicieron en plantas y una en frutos de ají sanos.

La primera prueba se realizó en forma natural (sin inoculación), colocando 12 plantas sanas de dos meses de edad en bolsas que contenían suelo naturalmente infestado. Se dejaron 12 plantas de la misma edad en bolsas con suelo estéril como testigos.

Para la segunda prueba en plantas se prepararon 5 suspensiones así:

Una suspensión con el contenido fungoso de media caja Petri

Una suspensión con el contenido fungoso de una caja Petri

Una suspensión con el contenido fungoso de caja y media

Una suspensión con el contenido fungoso de dos cajas Petri y

Una suspensión con el contenido fungoso de tres cajas Petri.

De cada suspensión se tuvieron tres repeticiones y cada una de ellas se preparó con 50 ml de agua destilada estéril y las estructuras fueron desprendidas con un pincel.

Para llevar a cabo esta prueba se inocularon 15 plantas (tres plantas por tratamiento), con cada una de las suspensiones mencionadas anteriormente, dos días después de haber sido trasplantadas en suelo de la granja experimental de la Universidad del Magdalena, previamente esterilizado.

La tercera prueba se realizó siguiendo el procedimiento de la prueba anterior pero, en este caso, se inocularon las plantas dos días antes del trasplante y se utilizaron tres suspensiones preparadas en la siguiente forma:

Una suspensión con el contenido fungoso de una caja Petri

Una suspensión con el contenido fungoso de una y media caja Petri

Una suspensión con el contenido fungoso de dos cajas Petri.

La prueba de patogenicidad en frutos se realizó con cinco frutos de ají sanos a los cuales se les hicieron perforaciones en las que se colocó crecimiento fungoso. Estos frutos se llevaron a cámara húmeda y se incubaron a 28 °C.

## **2.9 PREPARACION DEL SEMILLERO**

El semillero se preparó con arena abonada de río la cual se trató con formol al 5% y luego se cubrió con un plástico negro durante 10 días; pasado ese tiempo se destapó, se removió el suelo y se procedió a la siembra. La variedad de ají utilizada fue la Cubanelle por ser la de mayor uso en la zona, en ese momento

## **2.10 DESINFESTACION DEL SUELO**

Para asegurar la presencia del hongo P.capsici en el ensayo, se decidió esterilizar uno de los suelos y luego inocularlo con el hongo. Este suelo se tomó de la granja de la Universidad del Magdalena se le aplicó formol al 10% y se cubrió con un plástico negro durante 10 días, luego se removió y se dejó descubierto por espacio de 24 horas.

## **2.11 PREPARACION DE LAS BOLSAS**

Antes de proceder al llenado de las bolsas se tomaron las muestras de suelo para los respectivos análisis químicos. En total se llenaron 288 bolsas de las cuales 144 contenían suelo naturalmente infestado y las 144 restantes suelo estéril.

## 2.12 FERTILIZACION

La fertilización química y química- orgánica se fraccionó en dos partes a saber, la primera se aplicó un día después de la inoculación del patógeno al suelo y cinco días antes del trasplante. Esta fertilización se hizo en forma edáfica.

La segunda fertilización se aplicó 35 días después del trasplante. Esta fertilización se hizo disolviendo cada uno de los fertilizantes en 350 ml de agua y aplicándolos al suelo después del riego con el fin de evitar problemas por efecto de fitotoxicidad. La fertilización orgánica se realizó aplicando la dosis total 20 días antes del trasplante.

Las fuentes y dosis de nitrógeno aplicadas fueron las siguientes:

FUENTE	DOSIS a	DOSIS b
Urea ( fertilizante químico )	9 gr/planta	13 gr/planta
Sulfato de amonio ( fertilizante químico )	19 gr/planta	29 gr/planta
Nitrato de magnesio ( fertilizante químico )	19 gr/planta	29 gr/planta
Abimgra ( fertilizante químico-orgánico )	80 gr/planta	120 gr/planta
Gallinaza ( fertilizante orgánico )	40 gr/planta	60 gr/planta

## 2.13 MULTIPLICACION DEL PATOGENO Y CONCENTRACION DEL INOCULO

Luego de ser identificado y purificado el patógeno, se procedió a su multiplicación, la cual se realizó al transferir una pequeña porción micelial proveniente de cajas Petri con



agar jugo V-8 a 308 cajas Petri que contenían agar jugo V-8 con antibióticos. Estas cajas Petri se incubaron a 28 °C en oscuridad continua durante 16 días.

Para determinar la concentración del inóculo utilizado se preparó una suspensión de oosporas agregando 50 ml de agua destilada estéril a dos cajas Petri que contenían el crecimiento fungoso; éste se desprendió del medio con un pincel. El número de oosporas presentes por mililitro se determinó colocando una alícuota de 1 ml de la suspensión en una caja Petri de 6 cm de diámetro, previamente cuadriculada, con retícula de 5 mm<sup>2</sup> aproximadamente y luego se llevó al microscopio para realizar el conteo.

#### **2.14 INOCULACION DEL PATOGENO**

Una vez conocida la cantidad de oosporas por mililitro en cada suspensión, se procedió a la inoculación del suelo; ésta se realizó aplicando 50 ml de suspensión (  $7 \times 10^3$  oosporas por mililitro ) a cada una de las 144 bolsas que contenían el suelo estéril, después de haberlo humedecido completamente.

#### **2.15 TRASPLANTE**

Después de realizar la fertilización y la inoculación del patógeno al suelo, se procedió al trasplante de las plántulas a los tratamientos respectivos, cuando ellas tenían 45 días de germinadas.

#### **2.16 REAISLAMIENTO DEL PATOGENO**

El reaislamiento del patógeno se realizó de las plantas que murieron durante el desarrollo del ensayo y de las que permanecieron vivas que presentaron síntomas



leves de la enfermedad al finalizar el mismo. Para el reaislamiento a partir de plantas, se tomó la parte basal de éstas y se colocó en cajas Petri que contenían agua destilada estéril; estas cajas fueron incubadas a 28 °C durante 3 días. Pasado este tiempo cada una de las cajas se observó al microscopio para comprobar la presencia del hongo Phytophthora capsici.

El reaislamiento del hongo, tanto del suelo natural como del artificialmente infestado, se realizó al finalizar el ensayo. Para lograrlo se colocaron frutos de ají en cajas plásticas que contenían el suelo completamente húmedo y luego se incubaron a temperatura de laboratorio ( 28 - 30 °C ).

## 2.17 PARAMETROS EVALUADOS

Con el fin de obtener la información sobre el periodo de incubación, el porcentaje de plantas enfermas y el porcentaje de plantas muertas, se hicieron observaciones diarias a partir del momento del trasplante hasta los 116 días después del mismo.

El grado de severidad de la enfermedad se determinó al finalizar el ensayo, con base en los datos registrados durante el desarrollo del trabajo de campo. Este parámetro se evaluó de acuerdo con la siguiente escala:

- 0= Planta sana
- 1= Marchitez incipiente
- 2= Marchitez severa
- 3= Planta muerta



Para medir el rendimiento en gramos/parcela, se efectuaron cuatro cosechas ( a los 70, 83, 99 y 116 días después del trasplante ). Los frutos cosechados se colocaron en

bolsas debidamente rotuladas y se pesaron en una balanza en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad del Magdalena.

Con respecto a la calidad del fruto, los datos obtenidos se compararon con las normas establecidas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia ( 2 ).

La altura de planta se determinó con la ayuda de una regla graduada en centímetros midiendo cada una de las plantas desde el nivel del suelo hasta el ápice de la última hoja; por otro lado, utilizando un nonio se estableció el grosor del tallo a una altura de cinco centímetros a partir de la base de la planta. Ambas lecturas se hicieron a los 80 días después de realizado el trasplante.



### 3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta investigación se presentan a continuación:

#### 3.1 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO

El suelo obtenido en el kilómetro cuatro vía B/quilla- Ciénaga presentó una textura arcillo-limosa con poca aireación y poco drenaje. Mientras que el suelo obtenido de la granja experimental de la Universidad del Magdalena, presentó una textura arenosa con buen drenaje y buena aireación.

Los resultados de los análisis de laboratorio de los dos suelos fueron los siguientes:

	SUELO VIA B/QUILLA-CIENAGA	SUELO GRANJA U. DEL MAGDALENA
TEXTURA	Ar. L	A.
pH	6,60	7,60
%M.O	1,70	1,50
P ( ppm )	12,00	11,00
Ca ( me/100 gr de suelo )	5,70	9,50
Mg ( me/100 gr de suelo )	4,00	4,90
K ( me/100 gr de suelo )	0,30	0,36
Na ( me/100 gr de suelo )	0,40	1,90
C.I.C. ( me/100 gr de suelo )	10,40	16,66
P.S.I.	3,84	11,40
C.E.	1,70	0,21
R.A.S.	0,18	0,70
% N TOTAL	0,08	0,07

### 3.2 AISLAMIENTO DEL PATOGENO

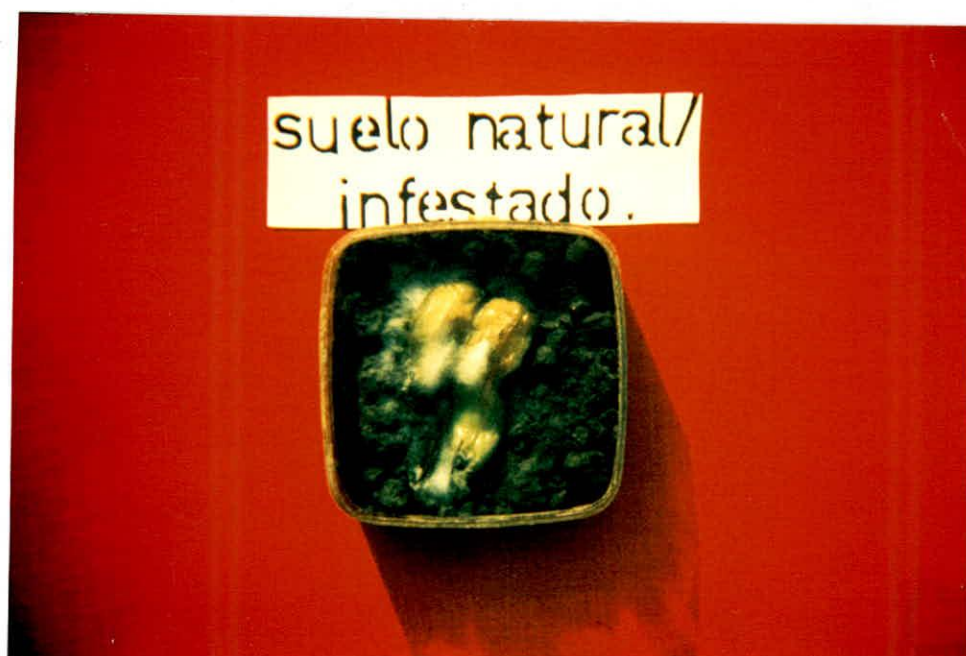
El aislamiento que se efectuó, usando frutos de ají, presentó un crecimiento fungoso de color blanco y de aspecto algodonoso, el cual al ser observado al microscopio exhibió un micelio hialino y cenocítico con formación de oosporas. También se presentó crecimiento fungoso de otros géneros de hongos, los cuales no fueron tenidos en cuenta por no ser importantes desde el punto de vista patogénico. Ver figura 4

En frutos de aguacate no se presentó ningún tipo de crecimiento fungoso después de numerosos intentos para lograrlo. Aproximadamente, a los 10 días de ser colocados los frutos en los diferentes tipos de suelo presentaron manchas marrones de forma irregular de las cuales no se logró obtener el hongo al ser colocadas en cajas Petri con agua destilada estéril o con P.D.A.

### 3.3 SELECCION DE MEDIOS DE CULTIVO Y PURIFICACION DEL HONGO

En el ensayo se pudo establecer que el hongo *P. capsici* creció más rápido y en forma más abundante en el agar jugo V-8; mientras que en el agar frijol lima, agar harina de maíz, agua agar, agar extracto de ají y en P.D.A., el crecimiento fungoso fue lento y poco abundante con mucha contaminación; ésta última se presentó en todos los medios. Ver figura 5

La purificación del patógeno se logró mediante siembras sucesivas en agar jugo V-8 con antibióticos. La contaminación fue desapareciendo poco a poco hasta que se obtuvo un cultivo completamente puro.



**Figura 4.** Técnica de Aislamiento del hongo *Phytophthora capsici* de suelo naturalmente infestado.





**Figura 5.** Crecimiento de Phytophthora capsici en el medio de cultivo agar - jugo - V-8

### 3.4 FORMACION Y GERMINACION DE ESPORANGIOS

**3.4.1 Formación .** La formación de esporangios sólo se presentó en el medio agar-dextrosa- peptona con colesterol, aunque en muy poca cantidad, cuando las cajas Petri con crecimiento fungoso fueron sometidas a oscuridad continua durante 30 días. En las cajas sometidas a las mismas condiciones, que contenían agar-jugo V-8 con colesterol, la formación de esporangios fue abundante, pero estos no alcanzaron su madurez. Ver figura 6

**3.4.2 Germinación.** La germinación de los esporangios no se pudo observar en ninguna de las diferentes suspensiones sometidas a enfriamiento y cambios de temperatura.

### 3.5 IDENTIFICACION DEL HONGO

El hongo aislado y purificado presentó micelio hialino, cenocítico, muy ramificado y toruloso, con bastante formación de oosporas, anteridios anfigenos y muy poca formación de esporangios. Las oosporas observadas eran esféricas, con una pared celular gruesa y lisa. El diámetro promedio de las oosporas fue de 24  $\mu\text{m}$  con un mínimo de 20 y un máximo de 30  $\mu\text{m}$ . Ver figura 7 , 8 y 9

Los esporangios observados eran globosos y papilados de forma ovoide unos y limoniforme otros, siendo ésta última la predominante. Presentaron una longitud promedia de 31  $\mu\text{m}$  con un mínimo de 25 y un máximo de 43  $\mu\text{m}$  de largo. El ancho de los esporangios varió de 13 a 30  $\mu\text{m}$ , con un promedio de 20  $\mu\text{m}$ . Ver figura 10

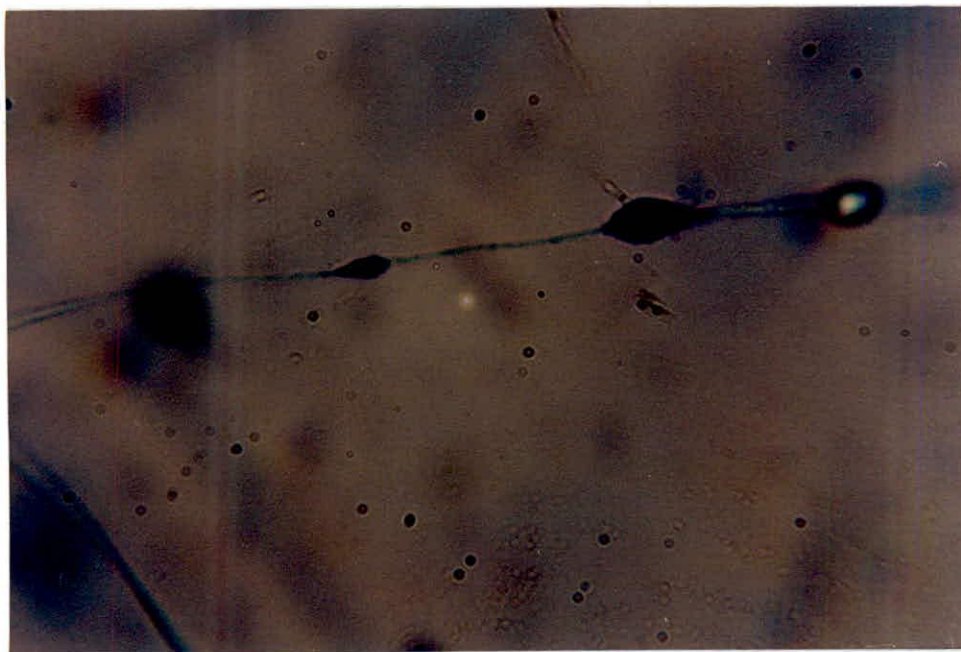
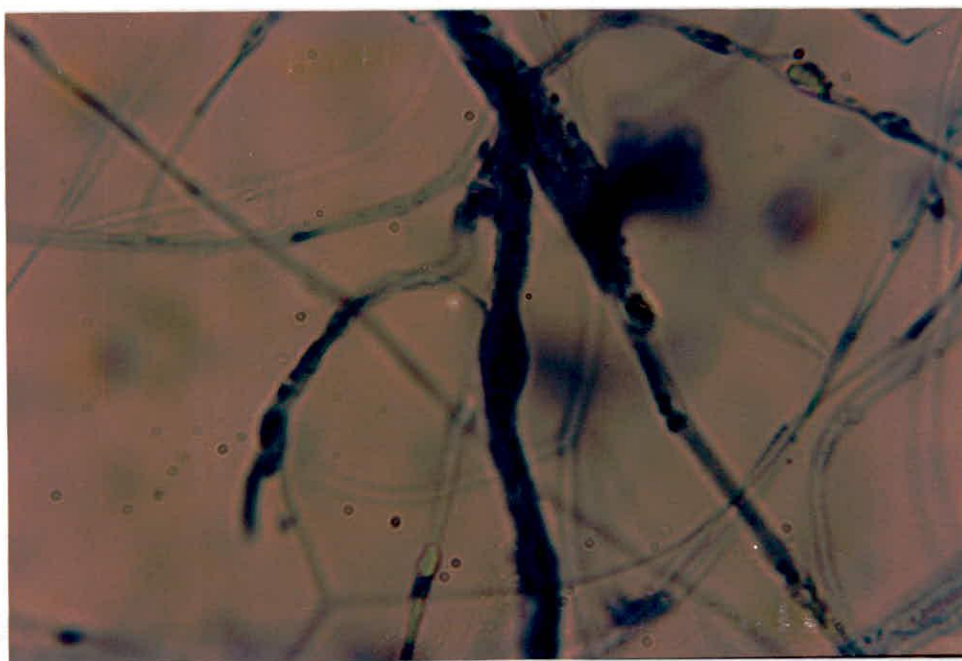


Figura 6. Esporangios de Phyttophthora capsici que no llegaron a su madurez observados al microscopio compuesto. Aumento 400 X



**Figura 7.** Micelio toruloso de Phytophthora capsici observado al microscopio compuesto. Aumento 400 X

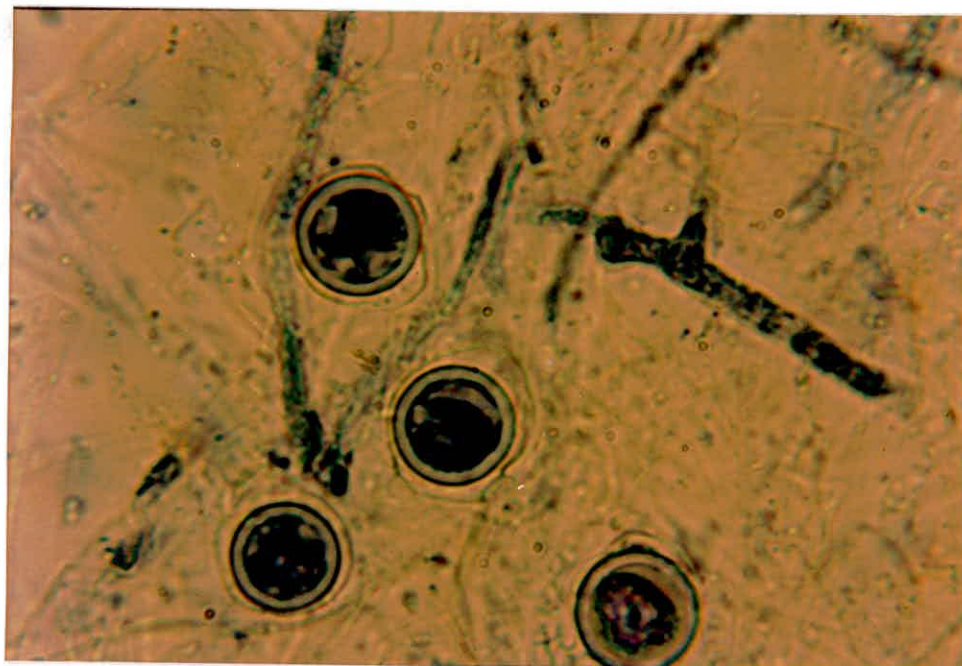


Figura 8. Oosporas de Phytophthora capsici observadas al microscopio compuesto. Aumento 400 X



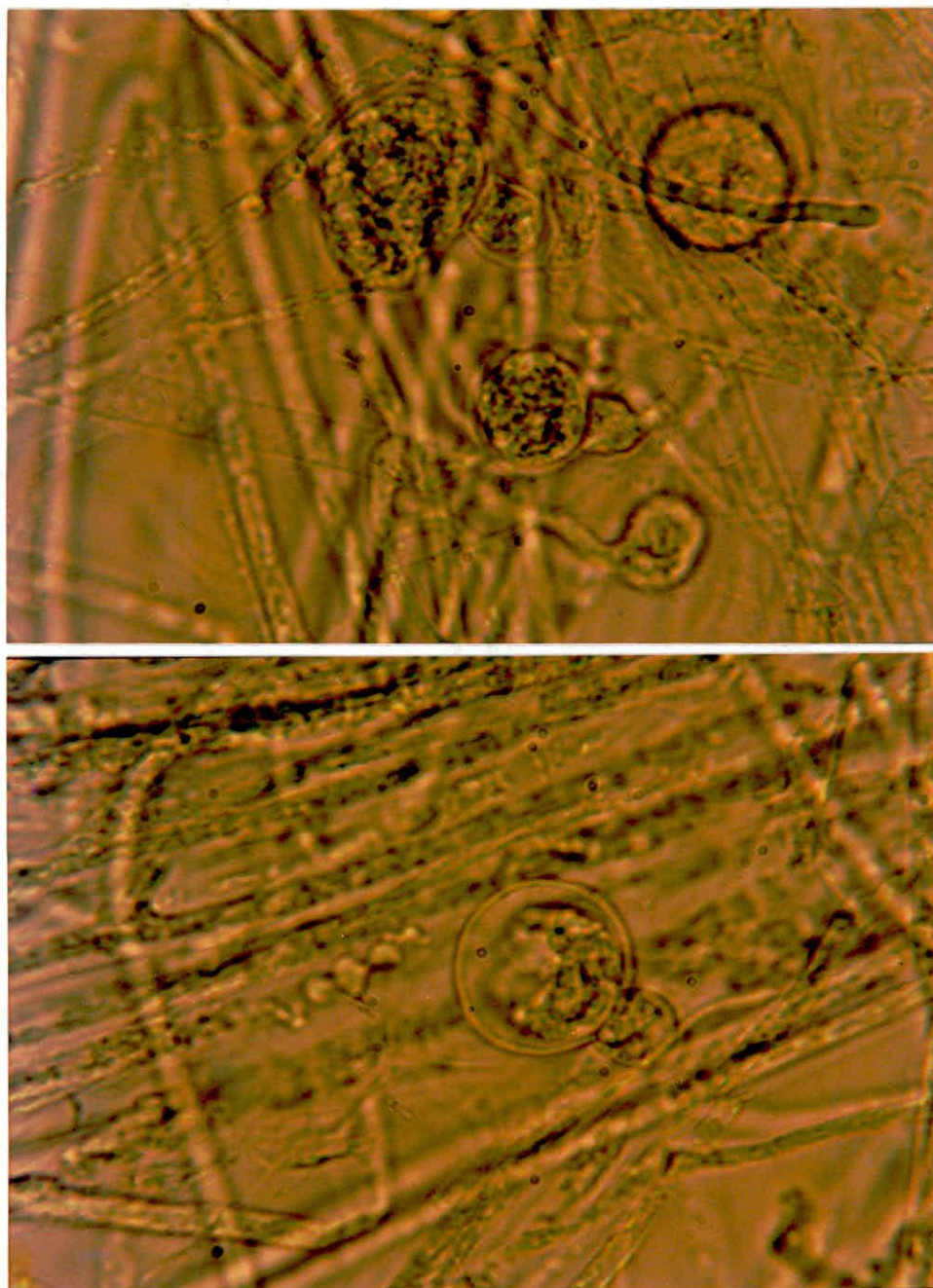


FIGURA 9. Oospora en formación de Phytophthora capsici con anteridio anfigeno observada al microscopio compuesto. Aumento 400 X

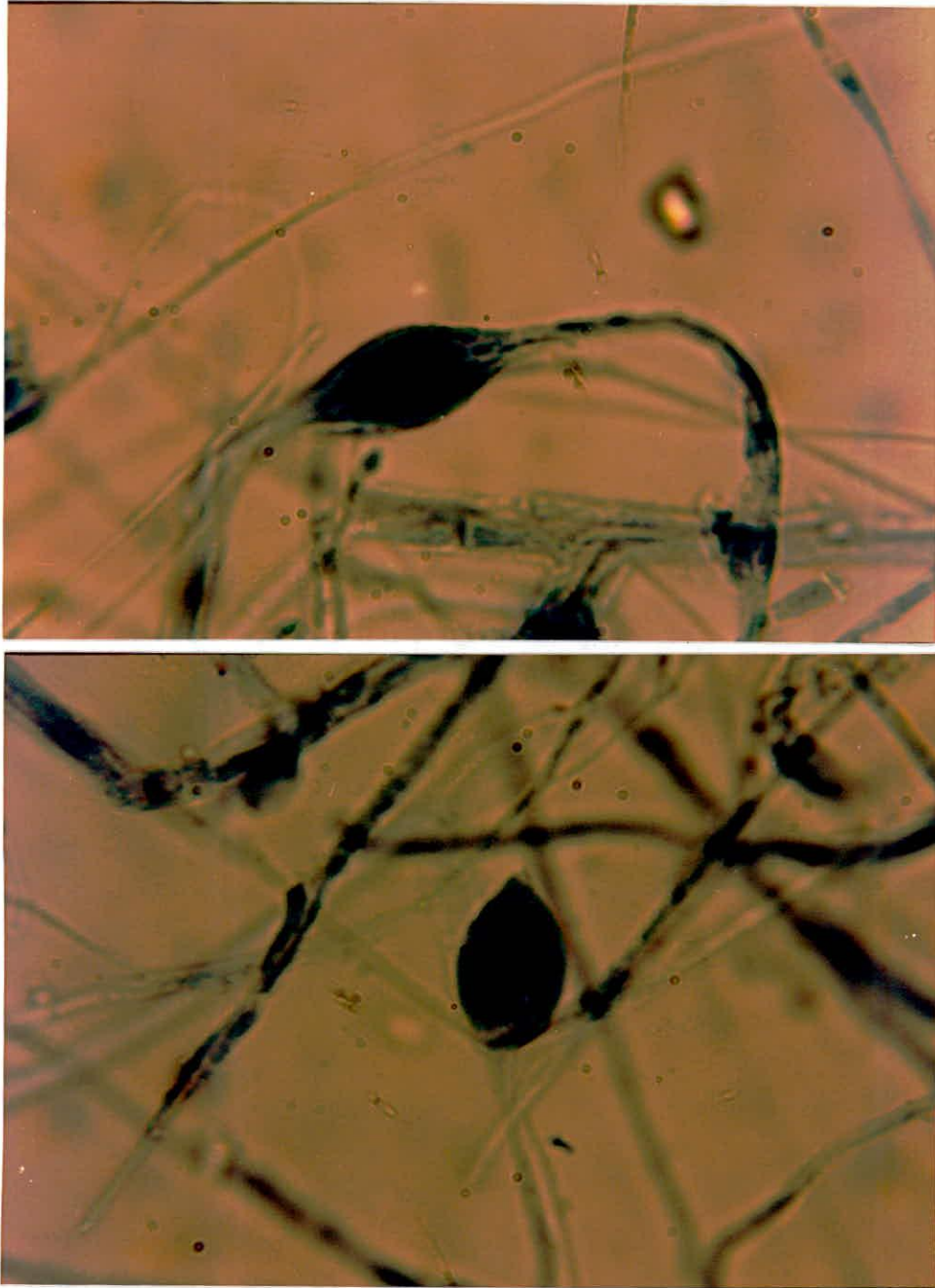


FIGURA 10. Esporangios típicos de Phytophthora capsici observados al microscopio compuesto. Aumento 400 X

### 3.6 PRUEBA DE PATOGENICIDAD

En la primera prueba todas las plantas sembradas en suelo naturalmente infestado presentaron retraso en su desarrollo, marchitez incipiente y clorosis leve. Las plantas de su misma edad que crecieron en suelo estéril, no manifestaron ningún disturbio. Ver figura 11

En la segunda prueba todas las plantas que fueron inoculadas dos días después del trasplante con suspensiones provenientes de 2 y 3 cajas presentaron síntomas de la enfermedad; mientras que de las inoculadas con suspensiones provenientes de una y una caja y media, sólo se enfermaron 1 y 2 plantas respectivamente.

En la tercera prueba dos de las tres plantas inoculadas dos días antes del trasplante, con suspensiones provenientes de dos cajas petri presentaron los síntomas de la enfermedad; mientras que en las plantas inoculadas con las suspensiones provenientes de una y una caja petri no se enfermaron. Ver figura 12

Las plantas enfermas en la segunda y tercera prueba de patogenicidad presentaron adelgazamiento del tallo, retraso en su desarrollo y clorosis leve.

Los frutos sometidos a la prueba de patogenicidad presentaron abundante crecimiento blanco y algodonoso a las 48 horas después de inoculados. Las estructuras observadas al microscopio presentaron las características típicas del hongo P. capsici con excepción de la formación de esporangios. Ver figura 13





**Figura 11.** Diferencia en el desarrollo entre las plantas sembradas en suelo naturalmente infestado ( centro y derecha ) con las sembradas en suelo previamente esterilizado ( izquierda ).





**Figura 12.** Plantas de ají inoculadas con el hongo Phytophthora capsici dos días antes del trasplante, presentando los síntomas de la enfermedad.



**Figura 13.** Frutos de ají inoculados con *Phytophthora capsici*. Se observa micelio de aspecto algodonoso.

### 3.7 REAISLAMIENTO DEL PATOGENO

De las 98 plantas procesadas en el laboratorio que provenían de suelo naturalmente infestado y que murieron durante el desarrollo del ensayo, 66 presentaron crecimiento micelial, el cual al ser observado al microscopio se identificó como Phytophthora capsici.

El hongo P. capsici se pudo reaislar de 52 de las 73 plantas muertas durante el desarrollo del ensayo, sembradas en suelo artificialmente infestado. En este caso, en todos los reaislamientos el hongo se encontró completamente puro.

Con respecto a las plantas que permanecieron vivas al finalizar el ensayo y que presentaban los síntomas leves de la enfermedad, después de ser procesadas en el laboratorio se determinó que el hongo Phytophthora capsici no se encontraba presente en ninguna de las plantas en observación.

En el reaislamiento del hongo, tanto del suelo naturalmente infestado como del suelo artificialmente infestado, se obtuvo crecimiento fungoso a las 48 horas de haber sido colocados los frutos en dichos suelos. Al preparar las placas semipermanentes se pudo establecer, mediante observación al microscopio, que las estructuras presentes correspondían a la especie Phytophthora capsici.

### 3.8 PARAMETROS EVALUADOS

**3.8.1 Período de incubación.** En el suelo naturalmente infestado el periodo de incubación más largo fue de 12 a 17 días, el cual se presentó en el tratamiento con gallinaza cuando se aplicó la dosis normal y el período más corto fue de 2 a 6 días en

el tratamiento con sulfato de amonio cuando se aplicó la dosis normal y en las plantas del testigo. Ver tabla 1

El período de incubación más largo en el suelo artificialmente infestado se obtuvo en el tratamiento con abimgra ( 16 días ) cuando se aplicó la dosis aumentada y el más corto se presentó en el tratamiento con abimgra ( de 2 - 3 días ) cuando se aplicó la misma dosis. Ver tabla 2

**3.8.2 Porcentaje de plantas enfermas.** El mayor porcentaje de plantas enfermas en el suelo naturalmente infestado se presentó en los tratamientos con sulfato de amonio nitrato de magnesio ( ambas dosis ) y úrea ( dosis aumentada ) en los cuales todas las plantas murieron. El menor porcentaje se dio en el tratamiento con gallinaza en ambas dosis, en el cual de las 48 plantas sembradas sólo cinco de estas presentaron los síntomas característicos de la enfermedad.

En el suelo artificialmente infestado, el mayor porcentaje de plantas enfermas se presentó cuando se aplicó úrea, sulfato de amonio y nitrato de magnesio en ambas dosis ( 100 % ). Ver figuras 14 y 15

El menor porcentaje se obtuvo al aplicar gallinaza en ambas dosis en donde los síntomas de la enfermedad sólo pudieron ser observados en una de las 48 plantas sembradas aplicando estas fuentes las plantas no enfermaron. Ver Tabla 3

**3.8.3 Porcentaje de plantas muertas.** Durante el desarrollo del ensayo se obtuvo un total de 171 plantas muertas, lo que representa un 59 % de la totalidad de las plantas sembradas.



**TABLA 1 . Período de incubación del patógeno en las plantas de ají en el suelo naturalmente infestado**

REPLICA	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGRA		GALLINAZA		TESTIGO	
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db		
I	3-2-4*	4-4-4	3-4-3	4-6-6	6-8-6	2-8-8	10-0-0	0-0-0	0-0-0	0-0-0	10-8-6	2-6-4
II	4-4-8	4-4-3	2-2-2	6-4-4	2-2-4	8-8-8	8-0-8	10-0-11	0-17-0	0-0-0	10-0-0	6-0-6
III	0-6-10	5-5-5	6-3-2	4-4-4	3-3-5	8-8-8	5-5-8	0-8-5	12-0-0	8-0-0	10-10-10	0-0-2
IV	4-4-2	8-8-8	2-2-2	8-8-6	2-2-2	6-8-8	11-0-12	0-8-12	0-0-0	8-7-0	7-8-8	2-0-2
RANGO	2-10	4-8	2-6	4-8	2-8	2-8	5-12	5-12	12-17	7-8	7-10	2-6

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %

\* = días

**TABLA 2 . Período de incubación del patógeno en las plantas de ají en el suelo artificialmente infestado**

REPLICA	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGRA		GALLINAZA		TESTIGO	
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db		
I	4 - 2 - 2*	5 - 5 - 5	2 - 2 - 2	8 - 8 - 8	8 - 8 - 8	8 - 8 - 8	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0
II	8 - 4 - 8	8 - 8 - 6	2 - 4 - 5	8 - 8 - 8	8 - 10 - 8	6 - 5 - 4	0 - 0 - 0	16 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0
III	2 - 10 - 2	5 - 5 - 5	11 - 8 - 2	6 - 6 - 2	6 - 7 - 6	8 - 8 - 8	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	2 - 0 - 0	0 - 6 - 5	6 - 0 - 8
IV	7 - 8 - 10	2 - 8 - 8	4 - 5 - 4	2 - 8 - 2	12 - 8 - 2	8 - 12 - 8	0 - 2 - 3	2 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 8
RANGO	2 - 10	2 - 8	2 - 11	2 - 8	2 - 12	4 - 12	2 - 3	2 - 16	0	0	5 - 6	6 - 8

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %

\* = días

**TABLA 3 . Porcentaje de plantas de ají enfermas en los suelos natural y artificialmente infestados**

	UREA		SULFATO		NITRATO		GALLINAZA				TESTIGO	
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Da		
SUELO A	91,6	100	100	100	100	100	66,6	50,0	16,6	25,0	83,3	66,6
SUELO B	100	100	100	100	100	100	16,6	16,6	0,0	8,3	16,6	25,0

SUELO A = Suelo naturalmente infestado

SUELO B = Suelo artificialmente infestado

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %



**Figura 14.** Planta de ají del tratamiento con urea, al aplicar la dosis normal, con síntomas característicos de la enfermedad.





Figura 15. Parte basal de una planta de ají con lesiones producidas por Phytophthora capsici.

En el suelo naturalmente infestado se presentó un 68 % de plantas muertas ( 98 plantas ). En este suelo el mayor porcentaje de plantas muertas ( 100 % ) se observó en los tratamientos con sulfato de amonio y nitrato de magnesio en ambas dosis y en el tratamiento con úrea en la dosis aumentada. El menor porcentaje ( 16 % ) se presentó en el tratamiento con gallinaza en la dosis normal. Ver tabla 4

En el suelo artificialmente infestado se obtuvo un total de 73 plantas muertas, lo que equivale a un 50 % del total de las plantas sembradas en este suelo. El mayor porcentaje ( 100 % ) se presentó en los tratamientos con sulfato de amonio en ambas dosis y nitrato de magnesio en la dosis aumentada. El menor porcentaje se obtuvo con la gallinaza en la dosis normal ( no hubo plantas muertas ). Ver tabla 5

**3.8.4 Grado de severidad de la enfermedad.** El grado de severidad de la enfermedad en las 288 plantas sembradas se presentó así:

171 plantas presentaron severidad grado tres

19 plantas presentaron severidad grado uno

98 plantas presentaron severidad grado cero.

Los resultados detallados del grado de severidad se observan en las Tablas 6 y 7

**3.8.5 Rendimiento por parcela.** En el suelo naturalmente infestado, el mayor rendimiento por parcela se obtuvo en el tratamiento con gallinaza ( 249 gr ) cuando se aplicó la dosis normal ( Ver figura 14 ). El menor rendimiento correspondió al tratamiento con úrea ( 12 gr ) al aplicar la dosis normal. Los tratamientos con sulfato de amonio ( ambas dosis ), nitrato de magnesio (ambas dosis) y en el tratamiento con

**TABLA 4. Porcentaje de plantas de ají muertas en el suelo naturalmente infestado**

FUENTES DE NITROGENO DOSIS	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGRA		GALLINAZA		TESTIGO	
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db		
	83%	100%	100%	100%	100%	100%	67%	42%	17%	25%	67%	75%

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %

**Tabla 5. Porcentaje de plantas de ají muertas en suelo artificialmente infestado**

FUENTES NITROGENADAS DOSIS	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGRA		GALLINAZA		TESTIGO	
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db		
	83%	92%	100%	100%	92%	100%	8%	17%	0%	8%	0%	8%

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %

**TABLA 6 . Grado de severidad de las plantas de ají enfermas en suelo naturalmente infestado**

REPLIC	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGRA		GALLINAZA		TESTIGO
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	
I	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	3 - 3 - 1
II	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 0 - 3	3 - 0 - 3	0 - 3 - 0	0 - 0 - 0	3 - 0 - 1
III	0 - 3 - 1	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	0 - 3 - 3	0 - 3 - 0	3 - 0 - 0	1 - 0 - 3
IV	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 0 - 3	0 - 1 - 3	0 - 0 - 0	3 - 3 - 0	3 - 0 - 1

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %

0 = Planta sana

1 = Planta con marchitez incipiente

2 = Planta con marchitez severa

3 = Planta muerta



**TABLA 7. Grado de severidad de las plantas de ají enfermas en suelo artificialmente infestado**

REPLICA	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGRA		GALLINAZA		TESTIGO
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	
I	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0
II	3 - 3 - 1	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 1	3 - 3 - 3	0 - 0 - 0	3 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0
III	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	3 - 0 - 0	3 - 1 - 1
IV	3 - 3 - 1	3 - 1 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	3 - 3 - 3	0 - 3 - 1	3 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %

0 = Planta sana

1 = Planta con marchitez incipiente

2 = Planta con marchitez severa

3 = Planta muerta





**Figura 16.** Producción de las plantas de ají, al aplicar gallinaza, en suelo naturalmente infestado.

úrea (dosis aumentada), no hubo producción porque todas las plantas murieron. Ver tabla 8

El mayor rendimiento en el suelo artificialmente infestado ( 211,5 gr ) se presentó en el tratamiento testigo seguido por el tratamiento con abimgra ( 91,5 gr ) cuando se aplicó la dosis normal; en el tratamiento con úrea ( dosis aumentada ) y en el tratamiento con nitrato de magnesio ( dosis normal ) no hubo producción. Los tratamientos con sulfato de amonio ( ambas dosis ) y nitrato de magnesio ( dosis aumentada ) no presentaron producción porque en estos tratamientos todas las plantas murieron. Ver tabla 9

**3.8.6 Calidad del fruto.** Todos los frutos de las plantas sembradas en el ensayo presentaron forma cónica y color verde pálido y no se observó diferencias marcadas entre fuentes, dosis o suelos. Los resultados del tamaño de los frutos obtenidos en esta investigación se observan en las Tablas 10 y 11

**3.8.7 Altura de la planta.** Al tomar las medidas a los 80 días de germinado el cultivo en el suelo naturalmente infestado, la mayor altura se obtuvo con abimgra ( 42 cm ) al aplicar la dosis normal y la menor altura correspondió al tratamiento con úrea ( 17,5 cm ) cuando se aplicó la dosis normal. Ver tabla 12

En el suelo artificialmente infestado la mayor altura se obtuvo en el tratamiento con abimgra ( 62,5 cm ) cuando se aplicó la dosis aumentada y la menor altura se dio en el tratamiento con úrea ( 9,0 cm ) al utilizar la dosis aumentada. Ver tabla 13

**TABLA 8 . Rendimiento por parcela de las plantas de ají en suelo naturalmente infestado**

REPLICA	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGRA		GALLINAZA		TESTIGO	
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db		
I	.*	-	-	-	-	-	62,00	19,50	76,50	43,00	7,00	13,50
II	-	-	-	-	-	-	74,00	67,70	68,50	64,00	48,00	39,50
III	12,00**	-	-	-	-	-	-	78,50	14,00	30,50	20,50	10,50
IV	-	-	-	-	-	-	0,00***	57,00	90,00	32,50		17,50
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	136,00	222,70	249,00	170,00	75,50	81,00

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %

\* = plantas muertas

\*\* = gramos

\*\*\*= plantas que no produjeron

TABLA 9 . Rendimiento por parcela en plantas de ají en suelo artificialmente infestado

REPLICA	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGRA		GALLINAZA		TESTIGO	
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db		
I	-*	-	-	-	-	-	0,00	15,00	51,00	16,00	120,50	28,00
II	9,00**	-	-	-	0,00***	-	91,50	0,00	14,00	19,50	32,00	0,00
III	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	33,00	0,00
IV		0,00	-	-	-	-	0,00	6,50	20,50	40,00	26,00	0,00
TOTAL	9,00	0,00			0,00		91,50	21,50	85,50	75,50	211,50	28,00

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %

\* = plantas muertas

\*\* = gramos

\*\*\*= plantas que no produjeron



**TABLA 10 . Tamaño de los frutos de las plantas de ají en suelo naturalmente infestado**

FUENTE	LARGO* ( cm )	ANCHO* ( cm )	LARGO**	ANCHO**
UREA	7,5	7,0	-	-
SULFATO DE AMONIO	***	-	-	-
NITRATO DE MAGNESIO	-	-	-	-
ABIMGRA	8,9	8,6	11,5	9,7
GALLINAZA	9,0	9,0	7,5	8,0
TESTIGO	8,5	8,0	6,5	8,0

\* = Dosis normal

\*\* = Dosis normal + 50 %

\*\*\*= plantas sin producción

**TABLA 11 . Tamaño de los frutos de las plantas de ají en suelo artificialmente infestado**

FUENTE	LARGO* ( cm )	ANCHO* ( cm )	LARGO**	ANCHO**
UREA	8,0	8,0	-	-
SULFATO DE AMONIO	-	-	-	-
NITRATO DE MAGNESIO	-	-	-	-
ABIMGRA	8,0	8,5	-	-
GALLINAZA	8,5	7,5	8,5	9,0
TESTIGO	11,0	9,0	7,0	11,0

\* = Dosis normal

\*\* = Dosis normal + 50%

\*\*\*= plantas sin producción

**TABLA 12 . Altura de las plantas de ají en suelo naturalmente infestado**

REPLICA	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGRA		GALLINAZA		TESTIGO	
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db		
I	0,00*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,50	24,30	29,30	25,30	22,00	19,00
II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,00	19,00	25,00	25,30	31,10	29,50
III	17,5**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,00	26,50	27,50	25,30	23,50
IV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	42,00	27,00	19,60	33,00	0,00	22,60
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,50	100,30	100,40	111,10	78,40	94,60
PROMEDIO	17,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,16	25,08	25,10	27,78	26,13	23,65

Da = dosis normal

Db = dosis aumentada

\* = plantas muertas

\*\* = cm

**TABLA 13. Altura de las plantas de ají en suelo artificialmente infestado**

REPLICA	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGRA		GALLINAZA		TESTIGO	
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db		
I	0,00*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,70	42,00	39,00	41,30	49,00	26,00
II	32,00**	0,00	0,00	0,00	17,00	0,00	43,70	62,50	37,00	58,30	45,30	31,30
III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,30	28,00	37,00	36,70	33,30	41,70
IV	19,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,50	25,50	24,00	25,30	40,70	34,00
TOTAL	19,00	9,00	0,00	0,00	17,00	0,00	145,20	158,00	137,00	161,60	168,30	133,00
PROMEDIO	25,50	9,00	0,00	0,00	17,00	0,00	36,30	39,50	34,25	40,40	42,07	33,25

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %

\* = plantas muertas

\*\* = cm

**3.8.8 Grosor del tallo.** El grosor del tallo se midió a los 80 días de germinadas las plantas en el suelo naturalmente infestado; el mayor grosor se obtuvo cuando se aplicó la dosis aumentada de los tratamientos con abimgra y gallinaza ( 5,5 mm ) y el menor grosor en el tratamiento con úrea ( 3,0 mm ) cuando se aplicó la dosis normal. Ver tabla 14

El mayor grosor en el suelo artificialmente infestado se obtuvo en los testigos ( 5,8 mm ) y el menor grosor en el tratamiento con úrea ( 2,0 mm ) cuando se utilizó la dosis aumentada. Ver tabla 15



**TABLA 14. Grosor del tallo de las plantas de ají en suelo naturalmente infestado**

REPLICA	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGRA		GALLINAZA		TESTIGO	
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db		
I	0,00*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,80	4,33	3,83	4,33	3,00	3,00
II	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,50	5,00	4,00	3,20	4,50	4,30
III	3,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,50	4,25	4,25	3,20	3,50
IV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,00	4,50	4,33	5,50	0,00	3,00
TOTAL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,30	19,33	16,41	17,28	10,70	13,80
PROMEDIO	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,90	4,83	4,10	4,32	3,50	3,70

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %

\* = plantas muertas

\*\* = mm

**TABLA 15 . Grosor de tallo de las plantas de ají en suelo artificialmente infestado**

REPLICA	UREA		SULFATO		NITRATO		ABIMGF		GALLINAZA		TESTIGO	
	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Db	Da	Da		
I	0,00*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,80	5,00	4,80	4,80	5,80	3,50
II	3,00**	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	5,00	5,30	4,70	5,20	5,00	3,50
III	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	3,50	3,30	5,70	3,70	5,00
IV	3,50	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	3,50	3,70	3,80	4,30	4,30
TOTAL	3,50	2,00	0,00	0,00	3,00	0,00	17,50	17,30	16,50	19,50	18,80	16,30
PROMEDIO	3,25	2,00	0,00	0,00	3,00	0,00	4,38	4,33	4,13	4,88	4,70	4,07

Da = dosis normal

Db = dosis normal + 50 %

\* = plantas muertas

\*\* = mm

## DISCUSION

En el presente trabajo, por espacio de tres meses consecutivos, se estuvo tratando de aislar el hongo Phytophthora capsici a partir de frutos de aguacate que se introducían parcialmente en el suelo naturalmente infestado, siguiendo el método descrito por Echandi ( 17 ), quien recomienda estos frutos como cebos para el efectivo aislamiento de P. cinnamomi y otras especies del mismo género. Al no obtener resultados positivos se intentó el aislamiento usando frutos de ají y poco tiempo después el hongo fue aislado de estos frutos, lo que hace pensar que probablemente P. capsici no se encuentra entre las especies descritas por Echandi y que por el contrario es un hongo con una alta especificidad hacia su hospedante, en este caso al ají ( Capsicum annum ).

De los medios de cultivos utilizados para el desarrollo del hongo, el que dio mejor resultado fue el agar jugo V-8 ya que en éste, a las 48 horas de sembrado, el crecimiento fungoso había ocupado toda la superficie disponible en la caja Petri. Lo anterior indica que este medio le proporciona al hongo los nutrientes necesarios para su desarrollo puesto que no todos los medios pueden suplir las exigencias alimenticias que requieren las diferentes especies de hongos y así lo demuestran algunos autores ( 2, 17 ).

La purificación del hongo fue un proceso largo y complejo y, después de muchos intentos, finalmente se logró este objetivo aplicando antibióticos al medio de cultivo con base en la experiencia del trabajo realizado por Castillo y Fernández ( 13 ) quienes

al adicionar los mismos antibióticos obtuvieron un medio selectivo para el aislamiento de especies de Phytophthora y Pythium.

En el medio agar jugo V-8 no hubo formación de esporangios, resultados que coinciden con los de Hemmes ( 25 ), quien asegura que la especie P. capsici cuando crece en este medio sólo produce micelio y oosporas. Por esta razón fue necesario ensayar con nueve medios de cultivo y, bajo condiciones ambientales diferentes, hasta lograr la formación de esporangios normales que llegaron a su madurez, en el medio agar - glucosa - peptona recomendado por Hendrix ( 26 ). Es conveniente destacar que si bien es cierto que los esporangios se formaron, la cantidad que de ellos se produjo fue muy mínima.

Harthan, en Taiwan ( 24 ) y Ristanio en California, ( 41 ) lograron formación de esporangios de P. capsici en cajas Petri que contenían agar jugo V-8. Tal contradicción con los resultados obtenidos en este trabajo podría ser atribuida a variaciones que se presentan en la especie bajo estudio, por un lado, debidas a condiciones de medio ambiente y, por otro, a factores genéticos intrínsecos del hongo, que se evidencian al realizar los aislamientos en diferentes zonas del mundo.

Por otra parte es importante considerar que la especie Phytophthora capsici es heterotálica, lo que significa que necesita de dos tipos de talos opuestos compatibles para su reproducción sexual ( 2, 32 ). De acuerdo con Harthan ( 24 ), en algunas regiones existe uno sólo de los dos talos, tal como ocurre en Taiwan, en donde el hongo presenta únicamente su fase asexual y allí se producen esporangios en gran cantidad en el medio agar jugo V-8 como se expresó anteriormente.

Con base en esto se puede deducir que en nuestra zona existen los dos talos compatibles por cuanto la formación de oosporas ocurre en cantidades muy altas y en



forma muy rápida y, así se ve, que ellas aparecen a los dos días de estar colocado el material vegetal en cajas Petri con agua.

En consecuencia, podría estar sucediendo que, en nuestra región, el hongo no presente comúnmente su fase de reproducción asexual y que las oosporas actúen como las estructuras infectivas primarias, lo que explicaría que aún, sin contar con los esporangios asexuales, se hubiera obtenido un porcentaje alto de plantas enfermas en el suelo esterilizado e inoculado con la suspensión de oosporas. Este concepto está de acuerdo con lo expresado por Bowers y Mitchell ( 8 ), quienes demostraron que P. capsici es la única especie heterotática en la cual las oosporas actúan como inóculo.

En lo que se refiere a la germinación de los esporangios aunque en distintas ocasiones se puso en práctica el procedimiento descrito por Hwang ( 32 ) no fue posible llegar a observarla y sería lógico atribuirlo a la muy baja producción de esporangios que se obtuvo.

Después de un amplio estudio del patógeno en mención las observaciones y resultados que se tuvieron en cuenta para su identificación, referentes a las características morfológicas del micelio, diámetro de las oosporas, forma, largo y ancho promedio de los esporangios estuvieron de acuerdo con las descritas para el hongo P. capsici por diferentes autores ( 20 , 14 ).

En el suelo naturalmente infestado utilizado en el ensayo se pudo comprobar la presencia del patógeno al realizar la prueba de patogenicidad debido a que las plantas sembradas en este suelo presentaron los síntomas característicos de la enfermedad causada por el hongo P. capsici ; mientras que las plantas sembradas en suelo estéril tuvieron un desarrollo normal.



Los efectos de la enfermedad durante las pruebas de patogenicidad demostraron que la mejor concentración de inóculo se obtuvo cuando se utilizó el contenido fungoso de dos y de tres cajas Petri y que, además, no hubo diferencias en las inoculaciones realizadas antes o después del trasplante sobre el desarrollo de la infección.

Respecto a la prueba de patogenicidad en frutos, el crecimiento fungoso fue rápido y abundante. Este efecto y la aparente selectividad unidos a las características morfológicas ya descritas permitieron confirmar, más aún, la identificación de la especie como P . capsici.

Por otra parte, el hongo causó enfermedad a las plantas tanto en el suelo naturalmente infestado como en el suelo artificialmente inoculado, hecho que se comprobó mediante el reaislamiento del hongo a partir de estos suelos y de los tejidos vegetales afectados provenientes de las plantas que crecieron en ellos, tal como lo confirman Echandi; Fernández y Castillo ( 17 , 13 ).

Al comparar los resultados entre los dos tipos de suelo con respecto al período de incubación se observó que este fue más corto en el suelo artificialmente infestado. Lo anterior induce a plantear que al realizar en él una esterilización inicial y luego la inoculación, el hongo se encontraba solo sin contar con la presencia de microorganismos antagónicos que hubieran podido competir con él de alguna manera y como consecuencia, se le facilitaba el ataque hacia la planta en una forma más rápida. Este hecho se enmarca en el concepto emitido por Baker y Cook ( 6 ), alrededor de la existencia de suelos supresivos por efecto de la presencia de microorganismos antagónicos.

Con relación al efecto de las diferentes fuentes nitrogenadas sobre la presencia de la enfermedad bajo estudio se pudo determinar que las fuentes orgánicas dieron los mejores resultados; así, en primer lugar, se puede observar que la gallinaza tuvo el

mejor comportamiento puesto que de un total de 48 plantas de este tratamiento sólo 6 ( 12,5 % ) murieron por efecto de la enfermedad y las restantes permanecieron completamente sanas.

En segundo lugar, la abingra también dio un efecto positivo en la restricción de la enfermedad, aunque no tan significativo como el de la gallinaza, ya que en este caso de un total de 48 plantas, 18 ( 37,5 % ) resultaron afectadas, de las cuales 17 murieron y una permaneció viva. ( Anexos B y C )

El comportamiento de estas fuentes fue similar, independientemente del tipo de suelo utilizado ( natural y artificialmente infestado ) y de las dosis aplicadas. En cuanto a la gallinaza, estos resultados coinciden con los obtenidos por Morera y Vargas ( 39 ) en Costa Rica, al evaluar el efecto de esa fuente de nitrógeno sobre la incidencia de P. capsici en el chile dulce y jalapeño. También, con los de Chavez et al en México ( 15 ), quienes determinaron la efectividad de una enmienda orgánica ( gallinaza ) sobre el hongo P. capsici y con los de Zentmyer ( 55 ) quien asegura que esta fuente disminuye la incidencia de P. cinnamomi en el aguacate. Con respecto a la abingra los resultados se ajustan a los obtenidos por Tsao y Oster ( 47 ); Tsao y Zentmyer ( 48 ) en Australia y Gilpatrick ( 22 ) para la especie P. cinnamomi en aguacate.

Los porcentajes de plantas enfermas y de plantas muertas que se presentaron en los tratamientos con úrea, sulfato de amonio y nitrato de magnesio estuvieron por encima de los testigos y de las otras fuentes nitrogenadas utilizadas, sugiriendo que estas fuentes, de una u otra manera, inciden para que el ataque del hongo y la presencia de la enfermedad sean más severos ( Anexos D y E ). Estos resultados se ajustan a los obtenidos para otras especies del género, por Walerich et al ( 50 ) quienes al aplicar nitrato obtuvieron un aumento en la severidad de P. infestans en papa y a los obtenidos por Klotz et al ( 34 ) quienes aseguran que al aplicar amonio o úrea se aumenta la severidad de P. parasitica y P. citrophthora en cítricos. Al mismo tiempo estos



resultados difieren con los de Broadbent y Baker ( 9 ); Bingham et al ( 7 ) y Zentmyer y Bingham ( 56 ) para P. cinnamomi en aguacate, y con los de Warelich et al ( 50 ) para P. infestans en papa y Klotz et al ( 34 ) para P. parasítica y P. citrophthora en cítricos, quienes afirman que al aplicar nitrógeno en forma nítrica y amoniacal ó úrea se disminuye la incidencia de las especies antes mencionadas.

Por otro lado, es importante mencionar que el porcentaje de plantas enfermas fue mayor en el suelo naturalmente infestado, resultados que podrían estar relacionados con la textura arcillo limosa que presentaba este suelo lo que determina una mayor facilidad para retener el agua ayudando de esta forma a la dispersión y multiplicación del hongo y por consiguiente incrementando su capacidad infectiva ( 20 ), tal como lo mencionan Yang et al en los trabajos realizados con el hongo ( 53 ). Además, el pH pudo haber tenido una gran influencia sobre estos resultados porque este suelo presentaba un pH de 6,6 el cual se acerca al óptimo requerido por el hongo P. capsici para ser más severo hacia su hospedante ( 40 ). También se puede considerar que el hongo ya estaba establecido en el suelo y que, muy posiblemente, por esto, le llevaba cierta ventaja a la inoculación artificial.

En términos generales, al aplicar gallinaza y abimgra en suelo naturalmente infestado se obtuvieron las mayores producciones las cuales estuvieron por encima de las de los testigos, lo que indica que estas fuentes al disminuir la incidencia y severidad del patógeno permiten que las plantas se desarrollen con más vigor y por consiguiente rindan una mayor producción ( Anexo F ). Además, hay que considerar que la gran mayoría de las plantas de estos tratamientos permanecieron vivas y por lo tanto el número de plantas con posibilidades de producción es mayor.

Las mayores alturas de las plantas se presentaron en los tratamientos en donde se aplicó gallinaza y abimgra en suelo artificialmente infestado ( Anexo H e I ). Sin embargo, estas plantas no rindieron las mejores producciones y en este sentido los

testigos fueron superiores ( Anexo G ). De acuerdo con la apariencia de estas plantas, caracterizada por un follaje muy denso, se pudo establecer que, en ellas, el período vegetativo se alargó y el proceso de fructificación se retrasó. Tal situación puede ser atribuida a la textura arenosa del suelo la que, por un lado, pudiera haber favorecido la absorción de nitrógeno y, por otro, desfavorecido la presencia de la enfermedad.

En cuanto al grosor del tallo, en términos generales, fue mayor en los tratamientos con gallinaza y abimgra sin presentarse una diferencia marcada entre estas dos fuentes ( Anexos J y K ).

La calidad de los frutos, en ambos suelos, se encontró dentro de los parámetros que para tal fin tiene establecidos la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia ( 18 ) por lo que se puede anotar que el ataque del hongo no afectó la calidad de los frutos.

Finalmente y de acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, se estableció que el período de incubación más largo, el menor porcentaje de plantas muertas y el menor grado de severidad de la enfermedad, en ambos suelos, se presentó en el tratamiento en donde se utilizó gallinaza, seguido muy de cerca por la abimgra. Además, los tratamientos con menos eficiencia fueron aquellos en los que se aplicó úrea, sulfato de amonio y nitrato de magnesio.

El efecto inhibitorio de estas dos fuentes orgánicas de nitrógeno se considera que está relacionado con la influencia positiva que ellas ejercen sobre las condiciones físico-químicas del suelo, lo que a su vez, se traduce en el incremento de la actividad microbiana mediante el cual pueden proliferar microorganismos antagónicos que afecten de alguna manera al patógeno, en forma negativa.

En consecuencia, considerando que las fuentes orgánicas de nitrógeno, gallinaza y abimgra, se presentan como una alternativa válida y efectiva para el manejo de la enfermedad producida por Phytophthora capsici en el cultivo del ají con miras a disminuir sus efectos nocivos y, teniendo en cuenta que, este tipo de productos brinda una serie de ventajas con relación a las características físico-químicas del suelo a los costos de producción y al manejo integrado del medio ambiente se recomienda continuar los ensayos a nivel de campo con el fin de determinar, con mayor precisión, el comportamiento del hongo y de la enfermedad, las dosis a usar de estos productos y los efectos que ellos puedan tener sobre las características del suelo, de tal forma, que se llegue a brindar a los agricultores una técnica perfectamente definida para el manejo de uno de los problemas fitopatológicos de mayor significado para el cultivo del ají, en nuestra región.



## 5. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede concluir que :

1. La gallinaza y con menor intensidad la abimgra, son fuentes nitrogenadas que inhiben, en un alto porcentaje, el efecto de la enfermedad causada por Phytophthora Capsici en el cultivo del ají ( Capsicum annum ).
2. La gallinaza y la abimgra proporcionan múltiples beneficios en el manejo del cultivo del ají, ya que además de inhibir el desarrollo de la enfermedad, aportan el nitrógeno indispensable para las plantas, disminuyen los costos de producción y contribuyen a la conservación del medio ambiente.
3. En los programas de manejo de la marchitez y muerte de las plantas causada por P. capsici se debe eliminar a la úrea, al sulfato de amonio y al nitrato de magnesio como fuentes de nitrógeno porque inciden positivamente en el desarrollo de la enfermedad.
4. Bajo condiciones de laboratorio, el hongo P. capsici es de difícil manejo en lo que se refiere a su aislamiento, purificación y producción de esporangios.
5. El hongo P. capsici exhibe gran selectividad hacia el hospedante y el cebo efectivo para su aislamiento está constituido por los frutos de ají enterrados parcialmente en el suelo infestado.

6. Bajo las condiciones del estudio, el hongo P. capsici no presentó comúnmente su fase de reproducción asexual, en tanto que predominó la fase sexual y es probable que en esta zona, las oosporas actúen como estructuras infectivas primarias.
7. Se recomienda adelantar trabajos de campo utilizando las fuentes orgánicas de nitrógeno para afinar la técnica que debe recomendarse a los agricultores en la solución de sus problemas ocasionados por Phytophthora capsici en el cultivo del ají.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. COMPUESTO ABIMGRA : el mejor abono natural para su cultivo. Bucaramanga: s.n., 1994. 6 p.
2. ALEXOPOULUS, John. Introducción a la micología. 1 ed. Buenos Aires: Universitaria de Buenos Aires, 1966. 615 p.
3. AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY. Sourcebook of laboratory exercises in plant pathology. s.l. : s.n., 1967. 387 p.
4. APPLE, J. The development of black shank in tabaco as influenced by host nutrition. En : Phytopathology Vol. 51 386 - 389 p. Citado por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of Phytophthora disease. p.189-196 En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
5. AWAN, A. B Y STRUCHTEMEYER. The effect of fertilization on the susceptibility of potatoes to late blight. En : Am Potato J. (1957) . 315-319 p. Citados por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in the development of Phytophthora diseases. p 189-196 En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 p. ISBN-0-89054-084-5.
6. BAKER, K. F and COOK, R. J. Biological control of plant pathogens. ( 1974 ) 433 p. Citados por : MALAJCZUK, N. Microbial antagonims to Phytophthora. p 197-215. En : ERWIN, D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 p. ISBN- 0-89054-5.
7. BINGHAN et al. Host nutrition in relation to Phytophthora root rot of avocado seedlings. En : phytopathology, ( 1954 ) . 144 - 148 p. Citados por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in the development of Phytophthora diseases. p.189-196 En : ERWIN



- D.C. *Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology*. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
8. BOWERS, J. and MITCHELL, D. Relationship between inoculum level of *Phytophthora capsici* and mortality of fepper. En *Phytopathology* 81: 178-184  
P. citados por: MITCHELL, D. and KANNWISCHER. *Phytophthora* p. 31-38. En : SINGLETON, J. *Methods for research on soil borne phytopathogenic fungi*. St. Paul: APS PRESS, 1992. 265 p. ISBN-0-89054-5
  9. BROADBENT, P and BAKER, K. Behaviour of *Phytophthora cinnamomi* in soils suppressive and conducive to root rot. En : *Agric. Vol. 25*, 121 - 137 p.  
Citado por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of *Phytophthora* disease. p.189-196. En : ERWIN D.C. *Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology*. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
  10. CAMPBELL and COPELAND. Little leaf disease of short leaf and loblolly pini  
En : U.S. Dep. Agric. circ 940. ( 1954 ). 41 p. Citados por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of *Phytophthora* disease. p.189-196 En : ERWIN D. C. *Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology*. Saint Paul : APS PRESS 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
  11. CANADAY, C and SCHMITTHENNER, A. The effects of nitrogen on *Phytophthora* root rot of soybean. En : *Phytopathology*. Vol. 69, 539 p. Citados por : \_\_\_\_\_. Role of chemical factors in development of *Phytophthora* diseases. 189- 196 p. En : ERWIN D. C. *Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology*. Saint Paul : APS PRESS, 1983 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
  12. CARRILLO, A. et al . Respuesta al uso de tres fuentes y tres dosis de nutrientes en la producción del melón ( *Cucumis melo* ) en el Municipio de Ciénaga. Santa Marta 1994. 78 p. Tesis ( Ingeniero Agrónomo ) Universidad del Magdalena. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Ingeniería Agronómica.
  13. CASTILLO, G y FERNANDEZ, E. Nuevo medio selectivo para el aislamiento de especies de *Phytophthora* y *Pythium* En : *Fitopatología* Vol. 8, No 1-2 ( may / nov 1973 ). 60 p.
  14. CASTILLO, José. *Micología general*. Primera edición. México : limusa, 1987. 518 pag. ISBN- 968-18-2468-7.

15. CHAVEZ et al. Control integrado de la marchitez del chile ( Capsicum annum ) ocasionada por el hongo Phytophthora capsici Leo., en la región de Valsequillo, Puebla, México. En : Fitopatología. Vol. 30, No 1 ( mar 1995 ) 58 p. ISSN- 0430-6155.
  
16. CUELLO, E y GUERRA, E. Respuesta de suelos del centro de investigación Caribia a las aplicaciones de azufre. Santa Marta, 1995. 70 p. Tesis ( Ingeniero Agrónomo ). Universidad del Magdalena. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Ingeniería Agronómica.
  
17. ECHANDI, E. Manual de laboratorio para Fitopatología general. 1 Ed. México : Herreros Hermanos, 1971. 59 p.
  
18. ENTREVISTA CON Betty De Orozco. Directora INCUM. Santa Marta, 25 mar. 1994.
  
19. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. El cultivo del pimentón. LITO CENCOA : Cali . s.n., 1986 ? 22 p.
  
20. FRANCO et al. Enfermedades infecciosas de los cultivos. 1 Ed. México : Trillas, 1993. 288 p. ISBN- 968-24-445-8.
  
21. GALLEGLY, M and NIEDERHAUSER, J. Genetic control of host - parasite interactions in the Phytophthora late blight diseases. En : Plant pathology : problems and progress. ( 1959 ). 1908 - 1958 p. Citados por: SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of Phytophthora disease. p.189-196 En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084- 5
  
22. GILPATRICK. Role of ammonia in the control avocado root rot with alfalfa meal soil amendment. En : Phytopathology ( 1969 ). 973 - 978 p. Citado por : MALAJCZUK, N. Microbial antagonisms to Phytophthora. p 197-215. En : ERWIN, D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and, pathology. Saint Paul : APS PRESS 1983. 392 p. ISBN-0-89054-5.
  
23. GUERRERO, R. Fertilización de cultivos en clima cálido. 3 de. Gráficas aguilerá, 1993. 312 p. ISBN- 958-95295-1-8.
  
24. HARTHAN, G. Pathogenicity and virulence of Phytophthora capsici isolates from Taiwan on tomatoes and other selected hosts. En : Plant disease. Vol. 77, No 6 ( jun 1993 ) 594 p. ISSN- 0191- 2917



25. HEMMES, D. Citology of Phytophthora. En : ERWIN, D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul APS PRESS 1983. 392 p. ISBN-0-89054-084-5.
  
26. HENDRIX, J. Influence of sterols on growth on reproduction of Pythium and Phytophthora En : Science Vol. 144. 1028 - 1029 p. Citado por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of Phytophthora disease. p.189-196 En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
  
27. HEPTING, et al. Little leaf disease of pine. En : Dep. Agric. circ 716. 15 p. Citado por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of Phytophthora disease. 189-196 p. En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
  
28. HERLIHY, M. Contrasting effects of nitrogen and phosphorus on potato tuber blight En : plant pathology 19 : 65 - 68 p. Citado por: SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of Phytophthora disease. p.189-196 En : ERWIN D. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5
  
29. HERLIHY, M and CARROL, P. Effects of N, P and K their interactions on yield tuber blight and quality of potatoes En : food agric. vol. 20, 513 - 517 p. Citado por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of Phytophthora disease. p.189-196. En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054- 084-5.
  
30. NITROMAG : UN magnifico aliado para su cultivo. Barranquilla, Colombia. s.n. 199-?. 10 p.
  
31. HWANG, B and KIM, C. Phytophthora blight of pepper and its control in Korea. En : Plant disease. Vol.70, No 3 ( mar, 1995 ); 324 p. ISSN- 0191- 2917.
  
32. HWANG, J. Quantitative evaluation resistance of Korea tomato cultivars to isolates of Phytophthora capsici from different geographic areas. En : Plant disease. Vol. 77, No 3 ( dic, 1993 ); 1259 p. ISSN-0191-2917.
  
33. JARAMILLO, Juan y LOBO, Maria. Pimentón. 114- 121 p. En : \_\_\_\_\_.

Hortalizas : manual de asistencia técnica. Colombia. ICA. 555 pag.

34. KLOTZ et al. Decay of fibrous roots of citrus. En : Phytopathology ( 1958 ). 616-622 p. Citados por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in the development of Phytophthora diseases. p. 189 - 196. En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and Pathology. Sain Paul : APS PRESS, 1983. 392 p. ISBN-0-89054-084-5.
  
35. LANGBEIN, H and PEHL , P. Einfluss der sticks to ffeversorgung auf den Phytophthora - befall der kartoffeln. En : staat gent 27: 1186- 1198 Citado por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in the development of Phytophthora diseases. p.189-196 En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
  
36. LEONIAN. Developments in cultural and biological control of Phytophthora diseases. p. 335-350. En : ERWIN, D.C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 p. ISBN- 0-89054-084-5.
  
37. LOWINGS, P and ACHA, I. Some factors affecting growth of Phytophthora infestans En : Mycol. Soc. 42 : 491 -501. Citados por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of Phytophthora disease. p.189-196 En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
  
38. McCARTER, S. Effect of certain soil environmental factors and host nutrition on black shank disease development in tabaco. En : Diss abstract. 26: 6955. Citados por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of Phytophthora disease. p.189-196 En :ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology Saint Paul APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
  
39. MORERA, J y VARGAS, E. Efecto de la dosis y del fraccionamiento de la materia orgánica en el combate de la pudrición basal del chile ( Capsicum annum ) causada por Phytophthora capsici En : Fitopatología . Vol. 26, No 2 ( nov 1991 ); p. 40.
  
40. RIBEIRO, O. Physiology of asexual sporulation and spore germination in



- Phytophthora . 55-75 pag. En : ERWIN, D.C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paula : AS PREZ, 1983. 392 p. ISBN-0- 89054-084-5.
41. RISTANIO, J. Effect of preinoculation and postinoculation water stress on the severity of Phytophthora root rot in processing tomatoes. En : Plant disease. Vol. 73, No 4 ( abr,1989 ); 398 p. ISSN-0191-2917.
  42. ROTH, et al. Nutrition aspects of the little leaf disease of pine. En : For . Sci. 46 :578- 587 p. Citados por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of Phytophthora disease .189-196 p. En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology , taxonomy, ecology and patho logy . Saint Paul : APS PRESS, 1983 . 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
  43. SCHAFFNIT, E and VOLK, A. Unber den einfluss der ernährung auf empfängli chkeit der plazen fur parasiten. En : Planzereich 3: 1- 45. Citado por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of Phytophthora disease. p.189-196 En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.
  44. SHEA, S. and BROADBENT, P. Development in cultural and biological control of Phytophthora diseases p. 335-350. En : ERWIN, D. C. Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology, and pathology . Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 p. ISBN-0-89054-084-5.
  45. SMITH, J. Manejo y almacenamiento de pimentón. Noticias agrícolas. Servi cio para el agricultor. Venezuela. Vo. 7, No 15. 57 - 59 p. Citado por: JARAMILLO, J y LOBO, M. Pimentón. 114 - 121 p. En : \_\_\_\_\_ Hortalizas : manual de asistencia técnica. Colombia. ICA. 555 pag.
  46. TORRES, J. M. y GARCIA, R. Supresividad del suelo al ataque de Phytophthora infestans en tuberculos de papa en Toluca, México. En : Fitopatología Vol. 27, No 2 ( nov. 1992 ); p. 61.
  47. TSAO, P. H and OSTER, J.J. Relation of ammonia and nitrous acid to suppression of Phytophthora in soils amended with nitrogenous organic substances. En : Phytopathology. ( 1981 ). 53 - 59 P. Citado por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of Phytophthora disease. p.189-196 En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.

48. TSAO, P. H and ZENTMYER, G. A. Suppression of Phytophthora cinnamomi and P. parasitica in urea - amended soils. En : Soil borne plant pathogens ( 1979 ) 191- 199 p. Citados por : SCHMITTHENER, A. F. and CANADAY, C. Role of chemical factors in development of Phytophthora diseases p. 189 - 196 En : ERWIN, D. PHYTOPHTHORA : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 p. ISBN-0-89054-084-5.
49. VARON, F. COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Sanidad vegetal; carta informativa No 4. S.I. ICA, 1981. 16 p.
50. WALERYCH et al. Resistance of tomato leaves to Phytophthora infestans de by as affected by N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> or N-( NH<sub>2</sub> )<sub>2</sub> CO. En : Phytopathology ( 1970 ). 244-257 p. Citados por: SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in the development of Phytophthora diseases. p 189 - 196 En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and Pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 p. ISBN-0-89054-084-5.
51. WEINDLMAYR, J. Untersuchungen über den ein flusz geseigerter sticksoff, kali - und phosphorgeben anf die Phytophthora - anfälligkeit von kartoffel pflanzen in nährlösungskultur. En : Bodenkultur 16: 144-168 p. Citado por : SCHMITTHENER, A. F and CANADAY, C.H. Role of chemical factors in development of Phytophthora diseases. 189-196 p. En : ERWIN, D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 p. ISBN- 0-89054-084-5.
52. WESTCOTT, C. Plant diseases hand book. 3 ed. 1971. 843 p. ISBN 77-110065.
53. YANG, et al . Distribution and characteristics of suppressive soil to Phytophthora blight of red-pepper in Korea. En : R.D.A Vol. 33, 18 - 22 p.
54. ZETMEYR, G. A. The world of Phytophthora. En : ERWIN, D. Phytophthora its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul APS PRESS 1983. 392 p. ISBN-0-89054-084-5.
55. ZENTMYER, G.A. Biological control of Phytophthora root rot of avocado with alfalfa meal. En : Phytopathology (1963 ). 1383 - 1387 p. Citado por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in the development of Phytophthora diseases.



p.189-196 En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.

56. ZENTMYER, G.A and BINGHAM, F.T. The influence of nitrite on development of Phytophthora root rot of avocado. En : Phytopathology ( 1956 ). 125 - 129 p. Citados por : SCHMITTHENER, A.F and CANADAY, C. H. Role of chemical factors in the development of Phytophthora diseases. p.189-196 En : ERWIN D. C. Phytophthora : its biology, taxonomy, ecology and pathology. Saint Paul : APS PRESS, 1983. 392 P. ISBN-0- 89054-084-5.





## **A N E X O S**

## ANEXO A. Preparación de medios de cultivos.

### 1. Papa - Dextrosa - Agar

<b>Papas peladas y partidas</b>	<b>200 g</b>
<b>Dextrosa ( glucosa )</b>	<b>20 g</b>
<b>Agar</b>	<b>17 g</b>
<b>Agua destilada hasta completar</b>	<b>1000 ml</b>

Se cocinaron por 1 hora en 500 ml de agua las papas peladas y partidas. Simultáneamente en otro recipiente en baño María, se disolvió el agar en 500 ml de agua. Se coló el extracto de papa a través de varias capas de tela de gasa, se mezclaron ambos líquidos, se agregó la dextrosa y se agitó la mezcla. Se restauró el volumen a 1000 ml con agua. Posteriormente se llevó a recipientes apropiados para esterilización.

### 2. Agua -Agar

<b>Agar</b>	<b>20 g</b>
<b>Agua destilada hasta completar</b>	<b>1000 g</b>

Se disolvió el agar en 800 ml de agua utilizando un baño María; y una vez disuelto, se llevó a 1000 ml con agua destilada. El medio se llevó a recipientes apropiados para el proceso de esterilización.

**CONTINUACION ANEXO A****3. Agar extracto de ají**

<b>Frutos de ají</b>	<b>50 g</b>
<b>Agar</b>	<b>20 g</b>
<b>Agua hasta completar</b>	<b>000 g</b>

Se tomaron los frutos de ají y se licuaron en 200 ml de agua destilada; posteriormente, este macerado se pasó por una capa de gasa. En otro recipiente en baño María se disolvió el agar, luego se mezclaron las dos soluciones y se llevaron a recipientes apropiados para el proceso de esterilización.

**4. Agar - frijol - lima**

<b>Frijol lima molido</b>	<b>100 g</b>
<b>Agar</b>	<b>20 g</b>
<b>Agua destilada hasta completar</b>	<b>1000 g</b>

Se remojaron los frijoles en agua por 30 minutos, pasado este tiempo fueron colocados

en baño María para que hirvieran por 30 minutos; se filtraron a través de una capa de gasa; este líquido se colocó nuevamente en baño María, se le agregó el agar y se agitó hasta que se disolvió completamente; se aforó hasta completar 1000 ml con agua destilada, se dispensó el medio en un recipiente adecuado y se llevó a esterilización.

## CONTINUACION ANEXO A

**5. Agar - Harina de Maíz**

<b>Harina de maíz</b>	<b>20 g</b>
<b>Dextrosa</b>	<b>20 g</b>
<b>Agar</b>	<b>20 g</b>
<b>Agua destilada hasta completar</b>	<b>1000 g</b>

A 500 ml de agua se le agregó la harina de maíz y se calentó durante una hora. Esto se filtró a través de una tela de gasa. Simultáneamente se disolvió el agar en 500 ml de agua en baño María y una vez disuelto se mezcló con el filtrado de harina de maíz. Luego se agregó la dextrosa y se llevó a un volumen de 1000 ml. Se vació en un recipiente apropiado para la esterilización.

**6. Agar - Jugo - V<sub>8</sub>**

<b>Jugo V<sub>8</sub></b>	<b>200 ml</b>
<b>Carbonato de calcio</b>	<b>3 g</b>
<b>Agar</b>	<b>20 g</b>
<b>Agua destilada</b>	<b>800 ml</b>

Se tomaron 200 ml de jugo V<sub>8</sub> y se agregó el carbonato de calcio agitando la mezcla. Por otro lado se disolvió el agar en los 800 ml de agua destilada en baño María.



## CONTINUACION ANEXO A

Posteriormente se mezclaron las dos soluciones y se llevaron a un recipiente apropiado para su esterilización.

### 7. Agar - jugo $V_8$ diluido

<b>Jugo <math>V_8</math></b>	<b>100 ml</b>
<b>Carbonato de calcio</b>	<b>3 g</b>
<b>Agar</b>	<b>20 g</b>
<b>Agua destilada</b>	<b>800 ml</b>

Para la preparación de este medio se siguió el procedimiento realizado en el medio anterior.

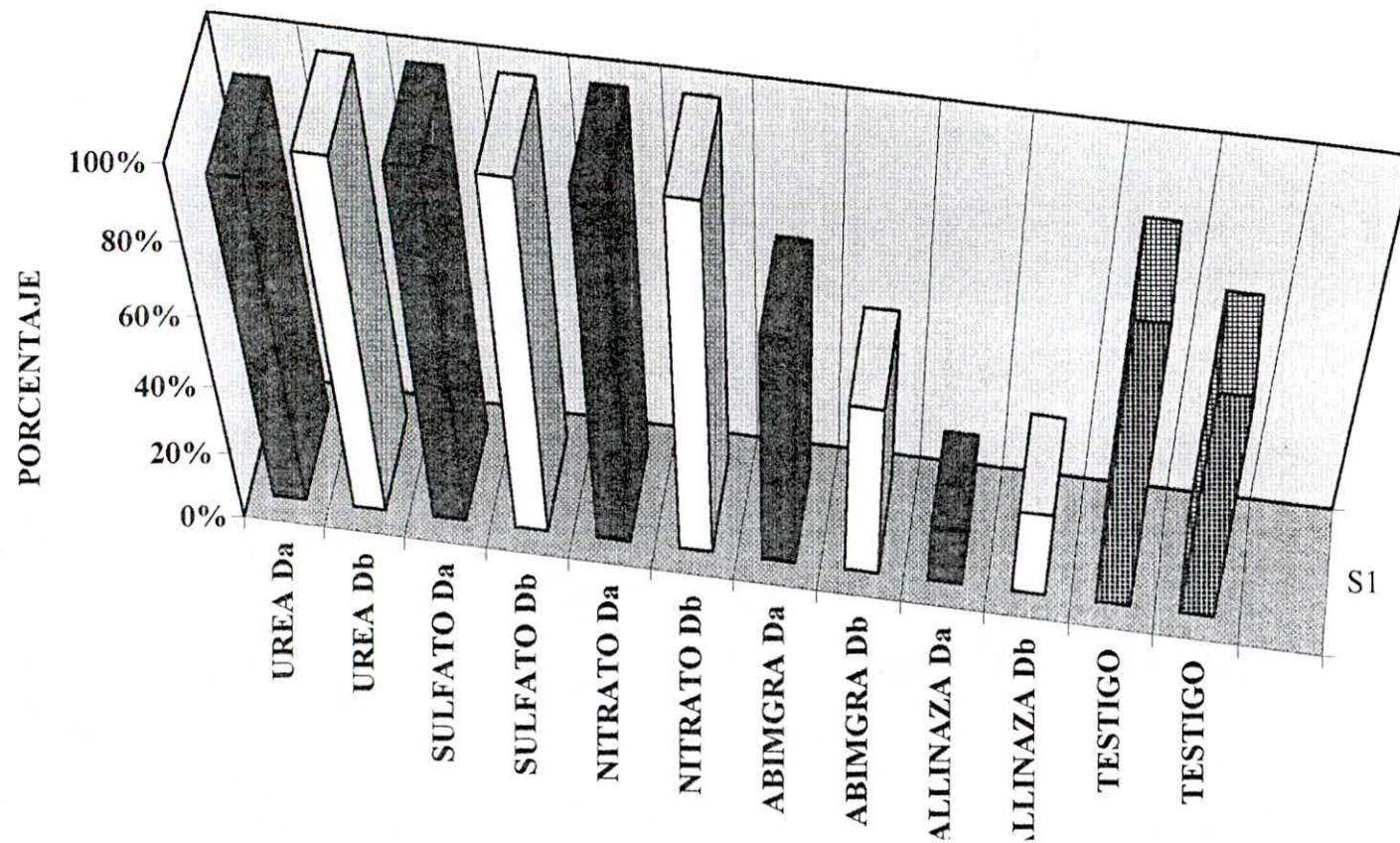
### 8. Agar - jugo - $V_8$ + colesterol

Una vez preparado el agar - jugo -  $V_8$ , se le adicionaron 0,25 mg de colesterol, el cual se disolvió previamente en un mililitro de etanol. Se llevó a un recipiente para el proceso de esterilización.

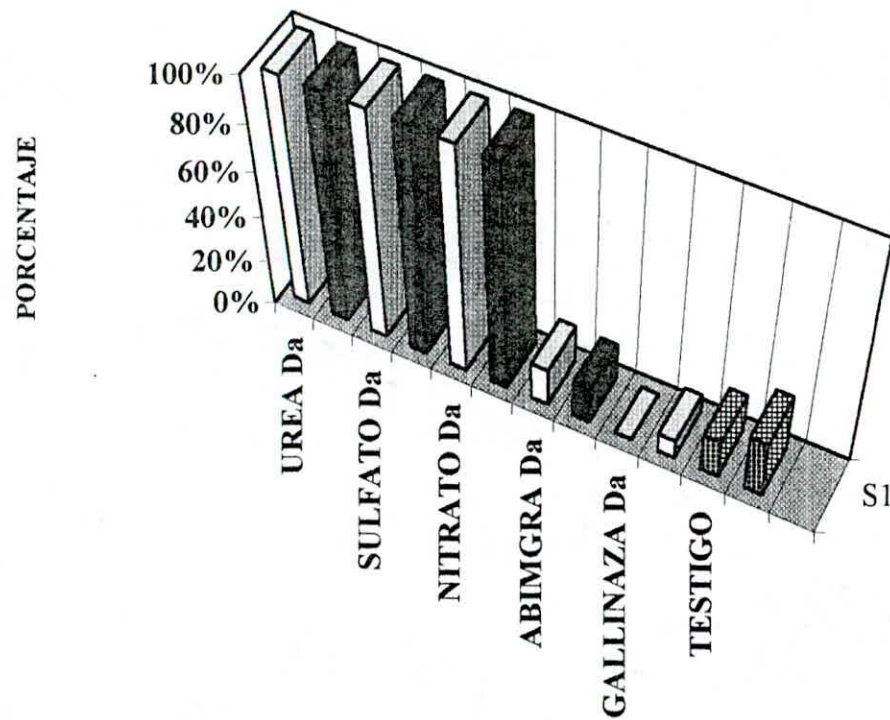
### 9. Agar - dextrosa - peptona + colesterol

<b>Glucosa</b>	<b>20 g</b>
<b>Peptona</b>	<b>6 g</b>
<b>Glycina</b>	<b>1,9 g</b>
<b>Agar</b>	<b>17 g</b>

Se calentaron en baño María 100 ml de agua destilada, se agregó el agar, la glucosa y la glycina, se agitó muy bien y se llevó a un recipiente para el proceso de esterilización.

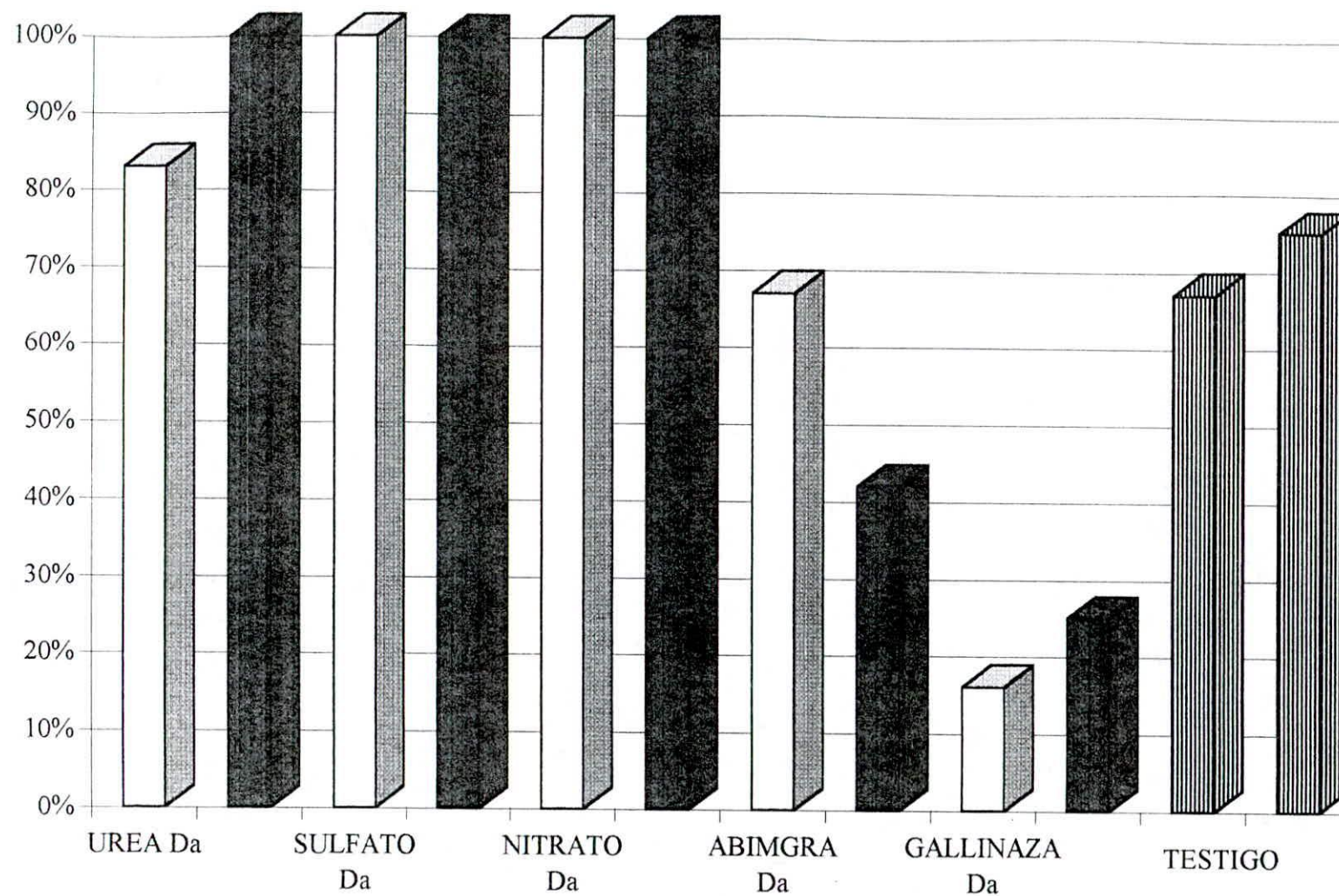


**ANEXO B. RELACION ENTRE LAS FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO CON EL PORCENTAJE DE PLANTAS ENFERMAS EN EL SUELO NATURALMENTE INFESTADO**

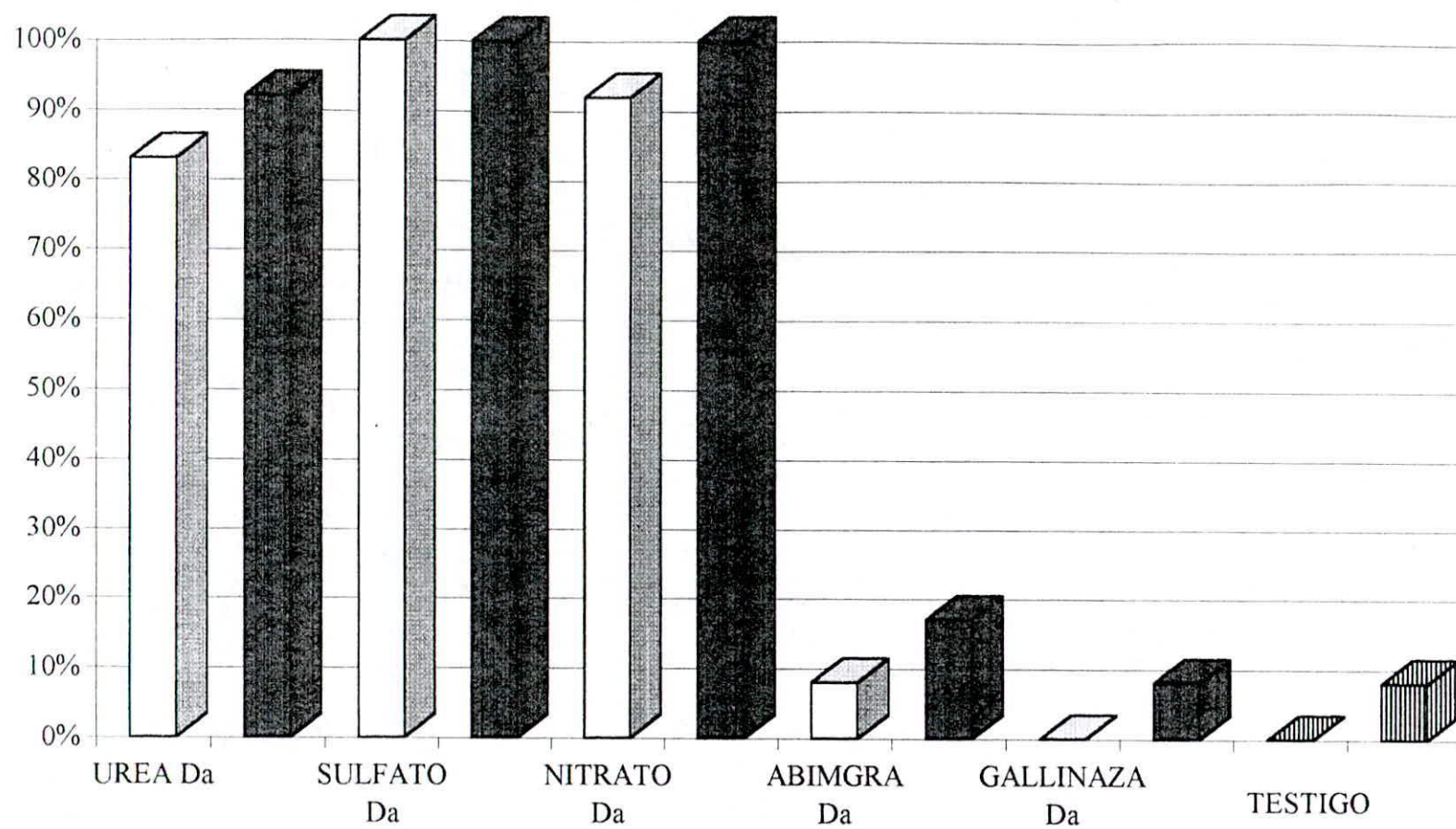


**ANEXO C. RELACION ENTRE LAS FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO CON EL PORCENTAJE DE PLANTAS ENFERMAS EN EL SUELO ARTIFICIALMENTE INFESTADO**

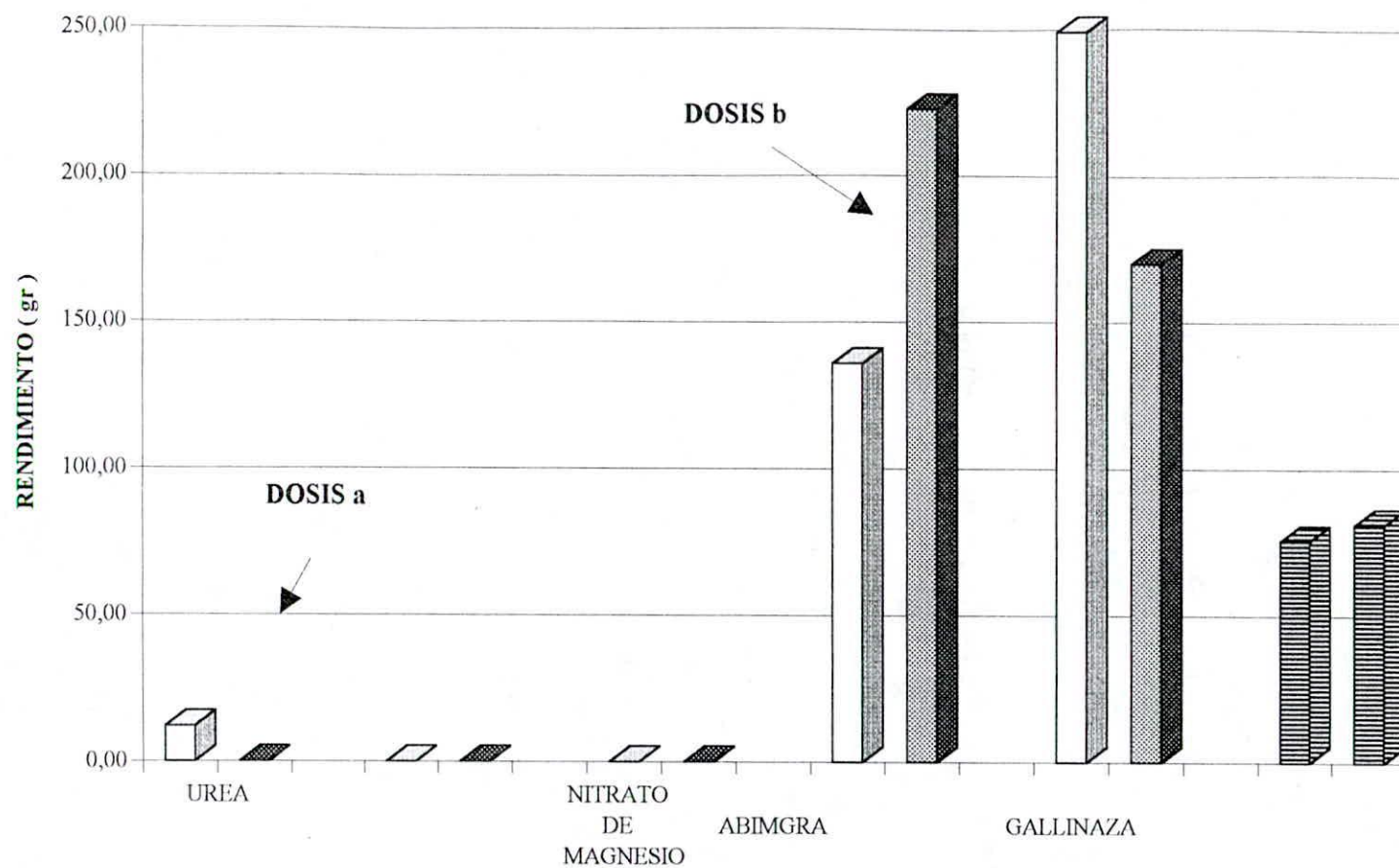




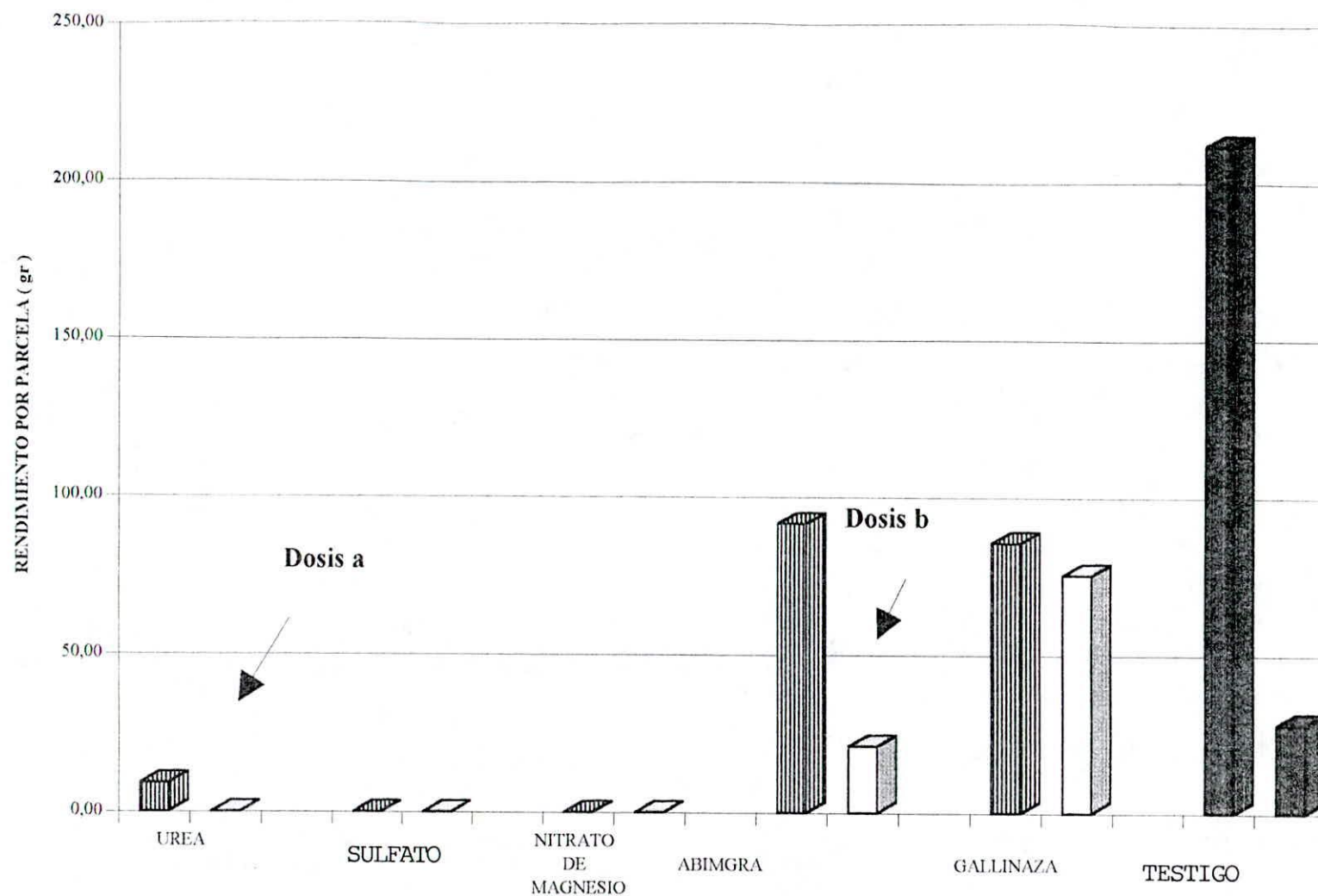
**ANEXO D. RELACION ENTRE LAS FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO CON EL PORCENTAJE DE PLANTAS MUERTAS EN EL SUELO NATURALMENTE INFESTADO**



**ANEXO E. RELACION ENTRE LAS FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO CON EL PORCENTAJE DE PLANTAS MUERTAS EN EL SUELO ARTIFICIALMENTE INFESTADO**

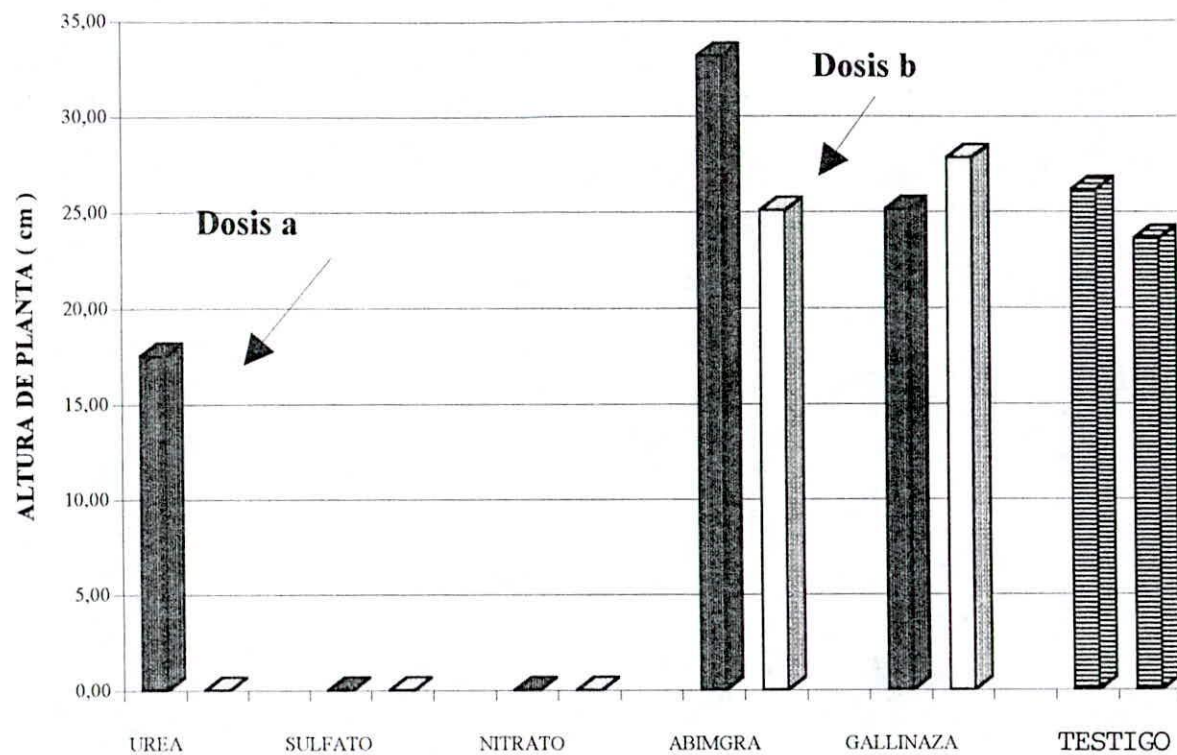


**ANEXO F. RELACION ENTRE LAS FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO CON EL RENDIMIENTO POR PARCELA EN PLANTAS DE AJI EN SUELO NATURALMENTE INFESTADO**

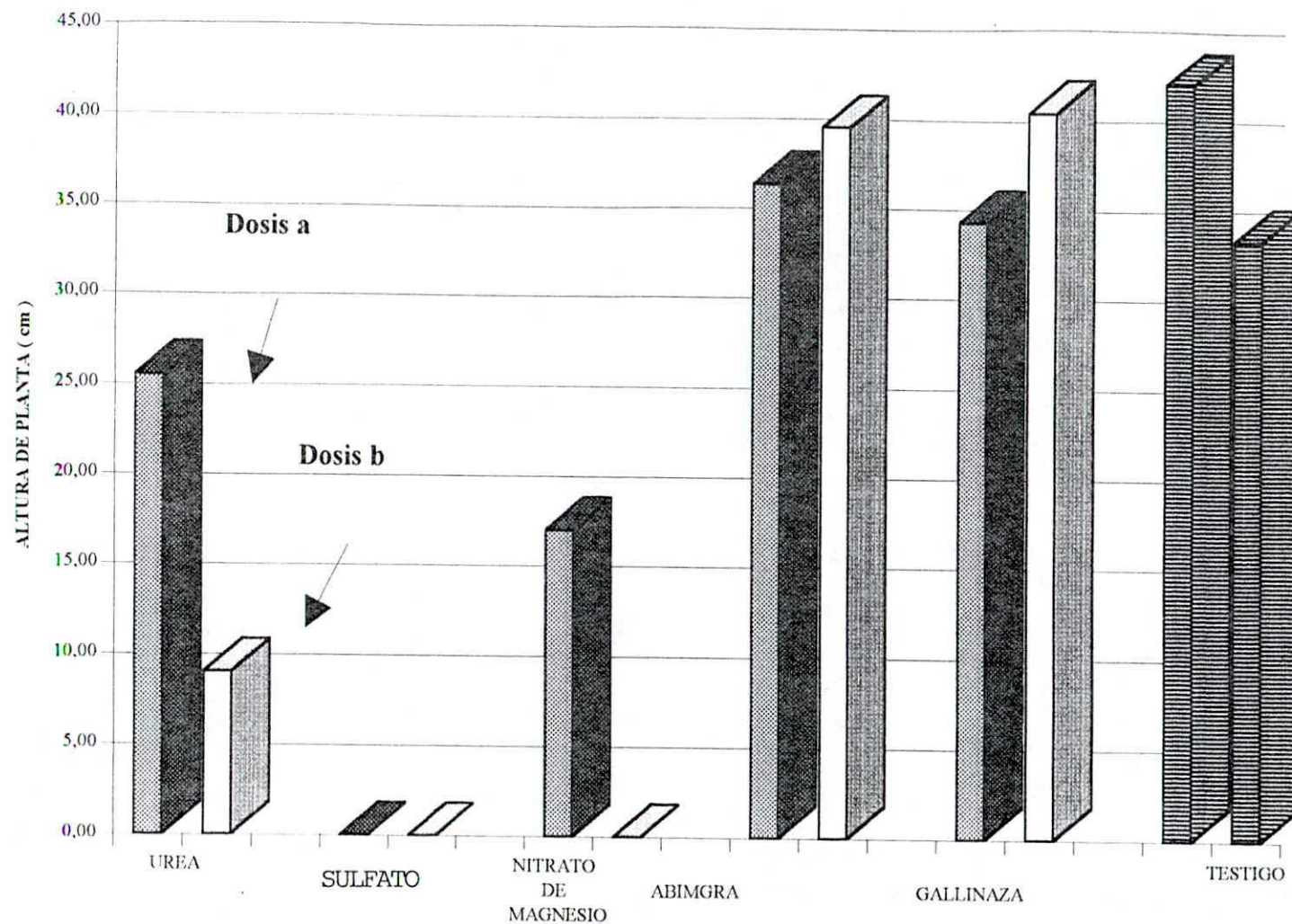


**ANEXO G. RELACION ENTRE LAS FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO CON EL RENDIMIENTO POR PARCELA EN PLANTAS DE AJI EN SUELO ARTIFICIALMENTE INFESTADO**

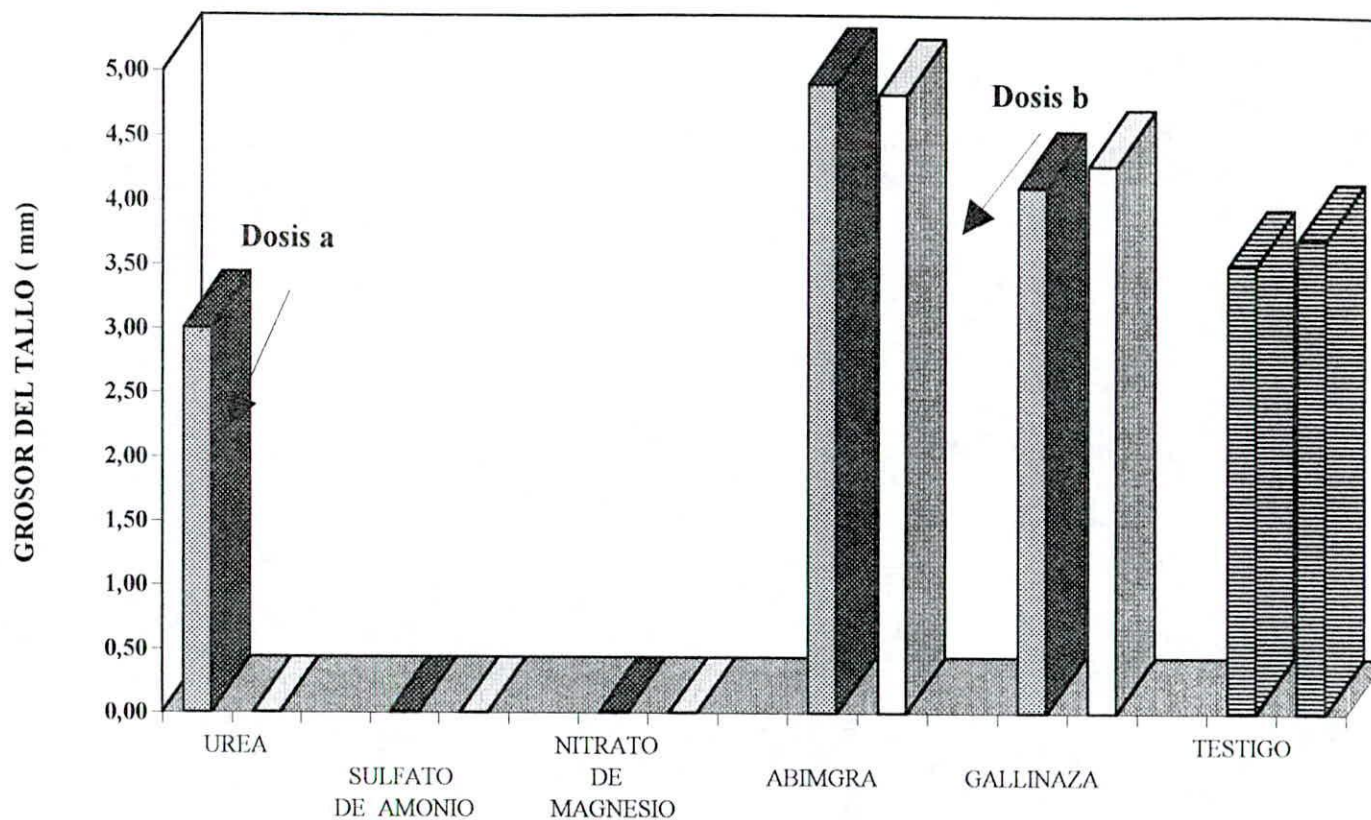




**ANEXO H. RELACION ENTRE LAS FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO CON ALTURA DE PLANTA DE AJI EN SUELO NATURALMENTE INFESTADO**

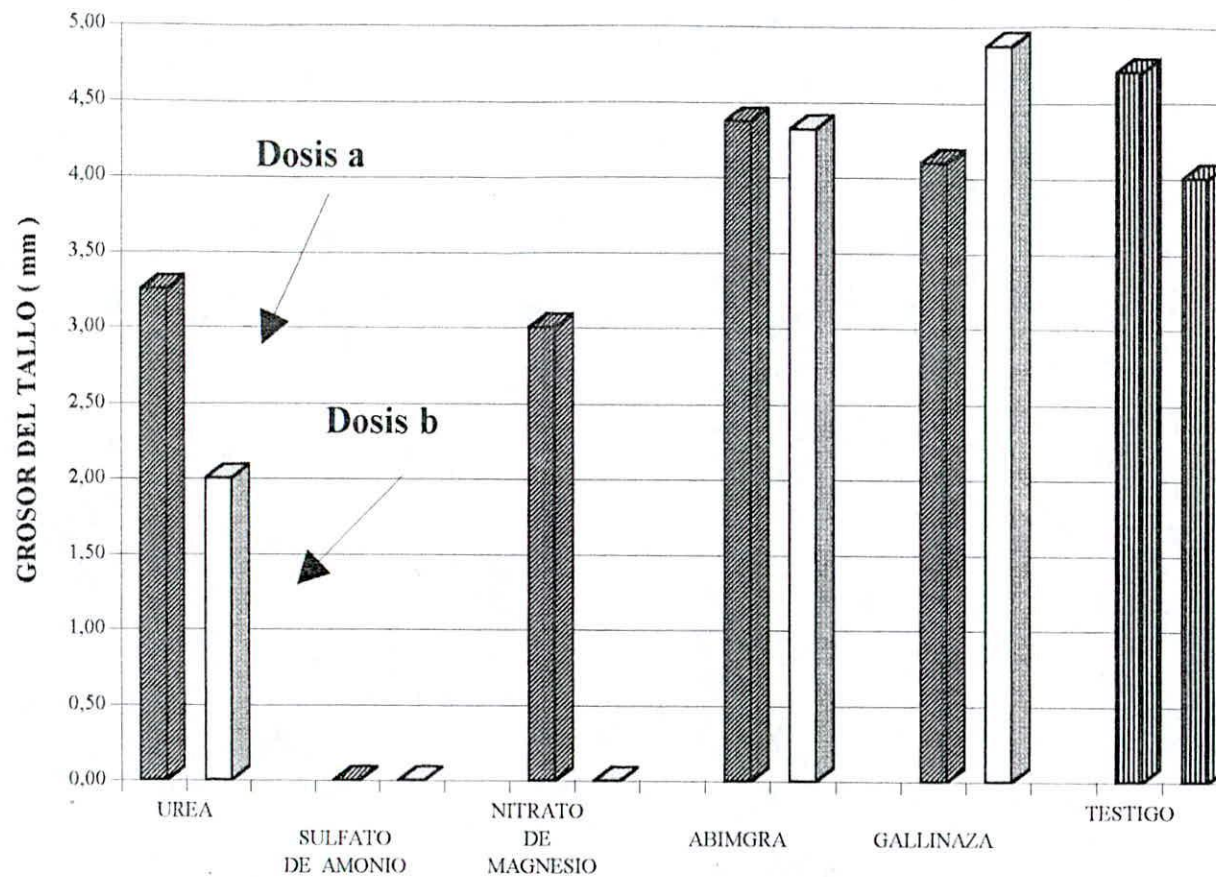


ANEXO I. RELACION ENTRE LAS FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO CON ALTURA DE PLANTAS DE AJI EN SUELO ARTIFICIALMENTE INFESTADO



**ANEXO J. RELACION ENTRE LAS FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO CON EL GROSOR DEL TALLO EN PLANTAS DE AJI EN SUELO NATURALMENTE INFESTADO**





**ANEXO K. RELACION ENTRE LAS FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO CON EL GROSOR DEL TALLO EN PLANTAS DE AJI EN SUELO ARTIFICIALMENTE INFESTADO**